Math. A. 93 h

Grossbauer

DAS WINKLER'SCHE

TASCHEN-DENDROMETER

NEUESTER CONSTRUCTION

IN SEINER

ANWENDUNG ZUR BAUM- UND BESTANDESSCHÄTZUNG UND ZU ANDEREN IN DER FORSTLICHEN PRAXIS VORKOMMENDEN MESSUNGSARBEITEN.

VON

FRANZ GROSSBAUER

PROFESSOR AN DER K. K. FORSTLEHRANSTALT ZU MARIABRUNN.

MIT 63 IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND 3 TAFELN.

Staatsbibliothek München

WIEN, 1864.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOFBUCHHÄNDLER.

183 — Kg.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Unter den bisher bekannt gewordenen Dendrometern der einfacheren Art dürfte keines den Zweck, welchen man mit diesem Instrumente hauptsächlich erreichen will, nämlich: eine schnelle und bequeme Messung der Höhen und Stärken stehender Bäume, mit den übrigen wünschenswerthen Eigenschaften: der leichten Führlichkeit, bequemen Handhabung und einem im Vergleiche zur Leistungsfähigkeit verhältnissmässig geringen Preis, so vollkommen vereinigen, als das Winkler'sche Taschen-Dendrometer in seiner neuesten, demselben von mir gegebenen Konstruktion, welche es nicht nur zu dendrometrischen, sondern auch zu anderen in der forstlichen Praxis vorkommenden Messungsarbeiten brauchbar macht.

Die diesem Instrumente in seiner ursprünglichen, vom Professor Winkler von Brückenbrand gegebenen Einrichtung zu Grunde liegende Idee schien mir eine ganz glückliche und einer weiteren Ausbeutung fähig, welche in der That durch die veränderte Einrichtung erreicht sein dürfte.

Durch die Vorrichtung, mittelst welcher das Instrument auf einen einfachen Stativstock gesteckt

werden kann, erhält es, unbeschadet der leichten Beweglichkeit in jeder erforderlichen Richtung, die für manche Arbeiten unumgänglich nothwendige Stabilität.

Die feinere Eintheilung der Skalen, namentlich der Höhen- und Durchmesserskale, macht es möglich, die Baumhöhen und die schiefen Distanzen vom Auge des Beobachters bis zum anvisirten Punkte mit einer Genauigkeit von $1/4$ bis $1/2\%$, die Baumstärken bis auf $1/400$ des scheinbaren Durchmessers zu ermitteln, mithin den gewöhnlichen in der Holzmesskunst gestellten Anforderungen zu genügen.

In der Eigenschaft als Nivellir-Instrument für solche Arbeiten, welche keine besondere Genauigkeit erfordern, wie z. B. bei der Untersuchung des Gefälles und der Tracirung der Waldwege, entspricht das Dendrometer insbesondere dann, wenn die dazu gehörige Libelle aufgestellt wird, vollkommener als die gewöhnlichen für solche Arbeiten nicht selten in Anwendung kommenden einfachen Apparate.

Durch das mit dem Instrumente verbundene Winkelkreuz, dann durch die Dioptervorrichtung an der längs der Höhenskale und eines Gradbogens sich bewegenden Senkelskale, erhält es endlich auch die Eigenschaft zur Aufnahme kleiner Flächen, zum Abstecken von Winkeln und Holzschlagslinien, sowie zur Lösung einiger anderer geodätischer Aufgaben verwendbar zu sein, — leistet mithin dem Praktiker in vielen Fällen ganz willkommene Dienste, ohne ihn mit einem schwerfälligen Apparate zu belasten.

Vielfältig vorgenommene dendrometrische Arbeiten, dann andere in der oben angedeuteten Richtung vorgenommene Messungen haben mir die Ueberzeugung verschafft, dass das Instrument mit einer für die gewöhnliche Praxis zureichenden Genauigkeit arbeitet.

In einem Etui am Riemen getragen, belästiget es kaum mehr als ein gewöhnliches Feldreisszeug und im Vereine mit den in der vorliegenden Schrift enthaltenen Tafeln, einem Messbande oder einer Kluppe, dann einer Messleine, bildet es für den ausübenden Forsttaxator ein Rüstzeug, mit welchem er in den meisten Fällen ausreicht und welches ihn in die Lage versetzt, nur mit einem Gehilfen, in manchen Fällen auch ganz allein zu arbeiten.

Der durch seine Leistungen auf das vortheilhafteste bekannte Mechaniker Josef Schablass in Wien, Josefstadt, Piaristengasse Nro. 7, liefert das Dendrometer um 22 fl., sammt Libelle und Etui um 28 fl. 20 kr., welcher Preis mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit des Instrumentes, dann der soliden und zugleich eleganten Ausführung als mässig angesehen werden kann.

Die Kosten eines Stativs sind kaum in Anschlag zu bringen, da jeder Kettenstab dasselbe ersetzen und der Forstmann im Hochgebirge, der bei seinen Geschäftsgängen ohnehin häufig den Bergstock trägt, den letzteren leicht dazu einrichten kann.

Indem ich nun das fragliche Instrument in seiner neuesten Konstruktion den geehrten Fachgenossen und Freunden des Forstwesens vorführe, stelle ich an die ersteren die Bitte, bei der Beurtheilung der vorliegenden Schrift die Absicht nicht verkennen zu wollen, dass den Anfängern in der Holzmesskunst eine Uebersicht über die am meisten in Anwendung kommenden Baumkubirungs- und Schätzungsmethoden, sowie eine detaillirte Anleitung zum Gebrauche des fraglichen Instrumentes bei den in der forstlichen Praxis vorkommenden Messungsarbeiten an die Hand gegeben werden wollte.

Den Anfängern in der Holzmesskunst sei der freundliche Rath gegeben, die in den §§. 12 und 14 gestellten oder andere ähnliche Aufgaben recht fleissig zu üben, weil nur hiedurch vollkommene Vertrautheit mit der Einrichtung des Instrumentes und vollendete Fertigkeit in der Handhabung desselben erreicht werden kann.

Mariabrunn, im Jänner 1864.

Der Verfasser.

Theorie der Dendrometer überhaupt.

§. 1.

Diejenigen Instrumente, mit welchen man im Stande ist, die Höhe stehender Bäume zu messen, pflegt man bekanntlich mit dem Namen Dendrometer (Baummesser) zu bezeichnen.

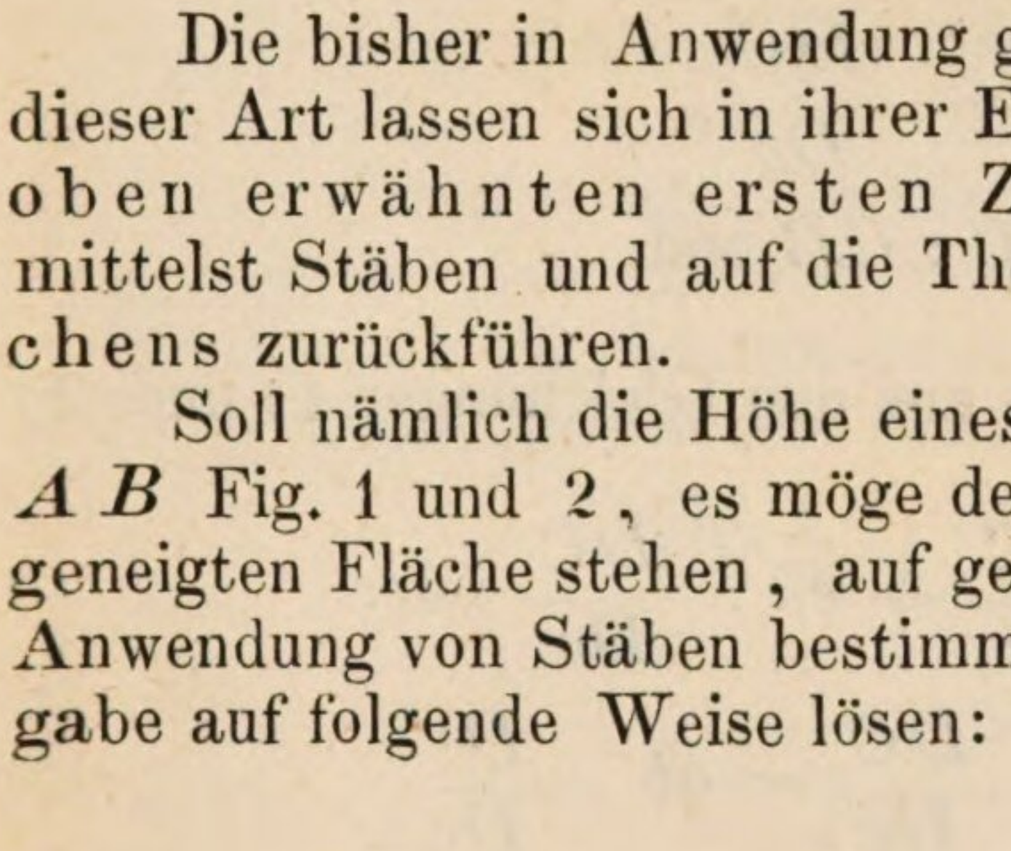
Diesen Namen verdienen sie aber eigentlich erst dann, wenn sie auch dazu eingerichtet sind, die Durchmesser stehender Bäume in jeder beliebigen Höhe zu ermitteln.

§. 2.

Die bisher in Anwendung gekommenen einfachen Instrumente dieser Art lassen sich in ihrer Einrichtung zur Erreichung des oben erwähnten ersten Zweckes auf die Höhenmessung mittelst Stäben und auf die Theorie des bekannten Messbrettchens zurückführen.

Soll nämlich die Höhe eines Gegenstandes, z. B. des Baumes *A B* Fig. 1 und 2, es möge derselbe auf einer horizontalen oder geneigten Fläche stehen, auf geometrischem Wege, mit alleiniger Anwendung von Stäben bestimmt werden, so lässt sich diese Aufgabe auf folgende Weise lösen:

Fig. 1.



In dem Punkte *S* der horizontal gemessenen Standlinie $AS = CD = AF$ wird der Stab *SD* von 4 bis 5′ Höhe, — dann in der ebenfalls horizontalen Entfernung SS_1 ein zweiter, aber längerer Stab S_1 aufgestellt. Visirt man nun über *D* nach dem Scheitelpunkte *B* und den Fusspunkt *A* des Baumes und bezeichnet am längeren Stabe die Stellen der tangirenden Visirstrahlen bei *a* und *b*, so sind offenbar die Dreiecke *Dac* und *DAC*, *Dcb* und *DCB*, dann *Dab* und *DAB* einander ähnlich, und es folgt hieraus:

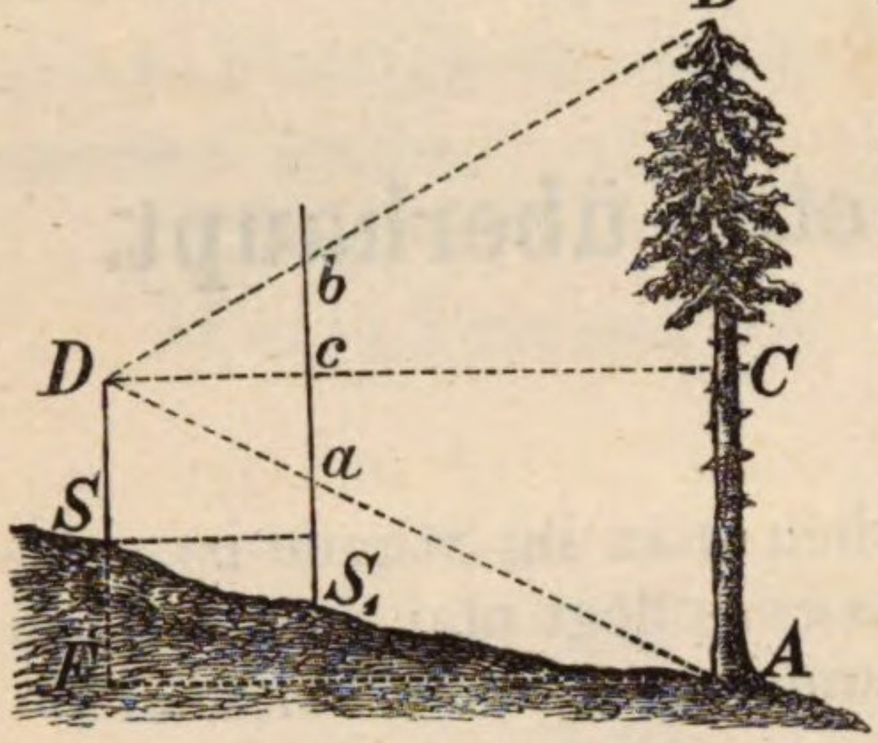
$$Db : Dc = DB : DC \text{ und}$$
$$Db : ab = DB : AB$$

mithin aus diesen zwei Proportionen weiter:

$$Dc : ab = DC : AB, \text{ daher}$$

$$AB = ab \cdot \frac{DC}{Dc}$$ d. h. die zu mes-

Fig. 2.



sende Höhe AB des Baumes ergibt sich, wenn man den an dem längeren Stabe bezeichneten Abstand ab der tangirenden Visirstrahlen mit dem Verhältnisse der horizontal gemessenen Standlinie $DC = SA = FA$, zur Entfernuug Dc der beiden Stäbe multiplicirt.

Will man aus den ähnlichen Dreiecken Dca und DCA, dann Dcb und DCB in Fig. 1 die beiden Längenstücke AC und CB des Baumes jedes für sich bestimmen, so findet man:

$$Dc : ac = DC : AC, \text{ daher}$$

$$1)\ AC = ac \cdot \frac{DC}{Dc}$$

$$Dc : cb = DC : CB \text{ und}$$

$$2)\ CB = cb \cdot \frac{DC}{Dc} \text{ mithin aus den Gleichungen 1) und 2)}$$

$$AC + CB = ac \cdot \frac{DC}{Dc} + cb \cdot \frac{DC}{Dc} \text{ oder}$$

$$3)\ AB = (ac + cb)\frac{DC}{Dc} = ab \cdot \frac{DC}{Dc}$$

mithin erhält man die ganze Höhe AB aus den beiden Stücken AC und CB wie oben.

Ist die horizontal gemessene Linie $AS = DC = 50'$, die Entfernung Dc der beiden Stäbe $= 5'$ und der Abstand ab der beiden Visirstrahlen $= 6'$, so ergibt sich die Höhe des Baumes

$$AB = ab \cdot \frac{DC}{Dc} = 6 \cdot \frac{50}{5} = 60'.$$

Wird bei dieser Messung die Entfernung Dc der beiden Stäbe in der Art gewählt, dass dieselbe in irgend einem kleineren Maasse, z. B. in Zollen, eben so viele Einheiten als die gemessene Linie $DC = SA$ in Fussen erhält, und die kleinere Maasseinheit auf dem längeren Stabe von dem Punkte c aus auf- und abwärts aufgetragen, d. i. dieser Stab in Zolle eingetheilt, so ist in der obigen Gleichung $AB = ab \cdot \frac{DC}{Dc}$, das Zahlenverhältniss $\frac{DC}{Dc} = 1$,

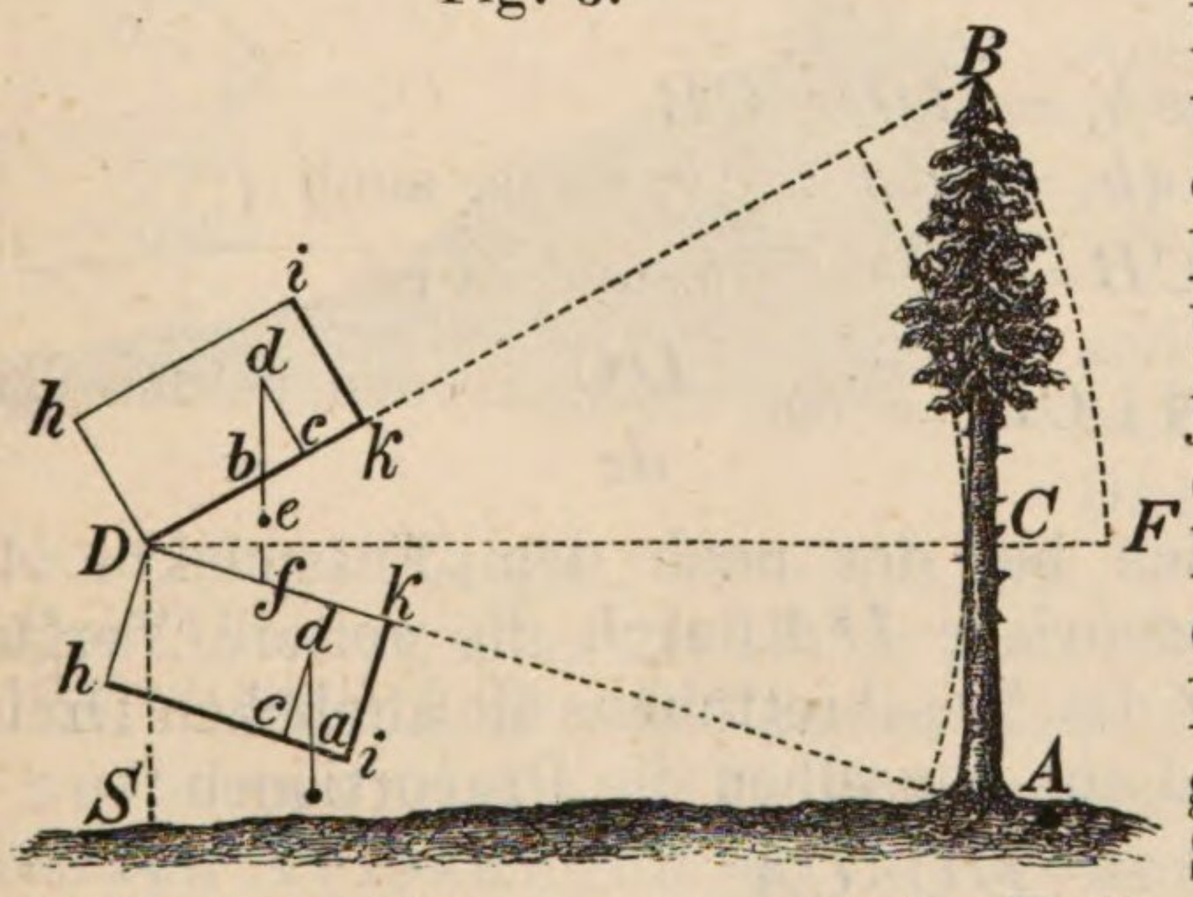
daher auch $AB = ab$, d. h. der auf dem längeren Stabe aus den tangirenden Visirstrahlen abgelesene Abstand in Zollen gibt die Höhe des Baumes in eben so vielen Einheiten nach Fussen. Hat man, wie oben angenommen, die Standlinie $DC = 50'$, die Entfernung der beiden Stäbe $Dc = 50''$ gemessen, und beträgt der beobachtete Abstand der beiden Visirstrahlen $ab = 60''$, so gibt dieser unmittelbar die Höhe des Baumes $AB = 60'$.

§. 3.

Auf die vorstehenden einfachen geometrischen Lehrsätze gründet sich die Einrichtung des Hossfeld'schen Höhenmessers, des Faustmann'schen Spiegel-Hypsometers und anderer ähnlich construirten Baumhöhenmesser, sowie des zu demselben Zwecke geeigneten Messbrettchens.

Denkt man sich nämlich auf dem aus hartem und gut ausgetrockneten Holze oder aus einer Messingplatte angefertigten Rechtecke $D\,h\,i\,k$ Fig. 3 die Linie $d\,c$ senkrecht auf $D\,k$ und $h\,i$ gezogen, im Punkte d ein leicht bewegliches Metallstäbchen $d\,a$ angebracht, welches durch das angehängte Loth e die Richtung der Vertikallinie angibt, daher parallel mit dem senkrecht stehenden Baume $A\,B$ ist; — ferner die Linie $d\,c$ vom Aufhängepunkte d des Pendels gegen c hin in n gleiche Theile getheilt, und von den letzteren auf die Linie $D\,k$ (am aufwärts gerichteten Rechtecke) oder $h\,i$ (am abwärts gerichteteten Rechtecke) von c aus nach beiden Seiten, so wie auf dem Lothstäbchen $d\,b$ vom Aufhängepunkte d aus, so viele Theile aufgetragen, als daselbst Raum finden, so hat man das Bild des Messbrettchens, eines sowohl zum Messen der Baumhöhe AB, als der schiefen Distanzen $D\,A$ und DB geeigneten Instrumentes.

Fig. 3.



Bei der nachfolgenden Darstellung über die Anwendung des Messbrettchens wollen wir die Linie $c\,d$ auf dem Messbrettchen die verjüngte Standlinie, die Linie Dk oder hi die Höhenskale, dann die durch das bewegliche Lothstäbchen $d\,b$ vorgestellte Pendellinie die Senkelskale und endlich die horizontal gemessene Linie $D\,C = S\,A$ die wirkliche Standlinie nennen. Auch soll vorausgesetzt werden, dass auf der letzteren nach irgend einem wirklichen Längenmaasse, z. B. nach Fussen, eben so viele Einheiten von A gegen S aufgetragen wurden, als die verjüngte Standlinie $d\,c$ gleiche Theile enthält.

Stellt man sich mit dem Instrumente, um die Höhe AB eines Baumes, Fig. 3 zu ermitteln, auf den Punkt S der horizontal gemessenen Standlinie SA und visirt über die obere Kante Dk gegen den Fusspunkt A des Baumes, so geben die von dem Lothstäbchen da auf der Höhenskale hi in der Richtung von c gegen a abgeschnittenen Theile ca die wirkliche Höhe des Baumstückes AC im verjüngten Maasse in denselben Einheiten an, nach welchen die wirkliche Standlinie SA gemessen wurde.

Bei der zweiten Visur über die Kante hi gegen den Scheitelpunkt B des Baumes geben die von dem Lothstäbchen an der Höhenskale Dk abgeschnittenen Theile cb den Höhentheil CB des Baumes an.

Da die ganze Höhe AB aus den beiden Stücken AC und CB besteht, welchen die an der Höhenskale genommenen Ablesungen ac und cb entsprechen, so ist $AB = ac + cb$, d. h. gleich der Summe dieser Ablesungen.

Zum Behufe der leichteren Beweisführung über die Richtigkeit des Verfahrens ist bei der zweiten Visur nach dem Scheitelpunkt B des Baumes in Fig. 3 statt der oberen Kante hi, die untere Dk als Visirkante angenommen, was aber auf das Resultat keinen erheblichen Einfluss haben kann, da die Breite Dh nur einige Zolle beträgt.

Die Richtigkeit des dargestellten Verfahrens ergibt sich aus Folgendem:

Bei der nach dem Punkte B des Baumes gerichteten Höhenvisur DB wird die Linie DC, welche der horizontal gemessenen Standlinie SA gleich ist, von der verlängert gedachten Senkelskale db in dem Punkte e durchschnitten, wodurch sich die ähnlichen Dreiecke Dbe, DBC und dbc und aus denselben folgende Proportionen ergeben:

$$De : eb = DC : CB$$
$$De : eb = dc : cb, \text{ daher auch}$$
$$DC : CB = dc : cb \text{ und es ist}$$

$$1)\ CB = cb \,.\, \frac{DC}{dc}$$

Ebenso ergeben sich bei der nach dem Fusspunkte A des Baumes gerichteten Tiefenvisur DA durch die weitere Verlängerung der Pendellinie df des Messbrettchens die ähnlichen Dreiecke Def, DCA und dca und aus denselben die Proportionen:

$$De : ef = DC : CA$$
$$De : ef = dc : ca, \text{ daher auch}$$
$$DC : CA = dc : ca \text{ und hieraus}$$

$$2)\ CA = ca \,.\, \frac{DC}{dc}$$

Summirt man die obigen Gleichungen 1) und 2), so erhält man

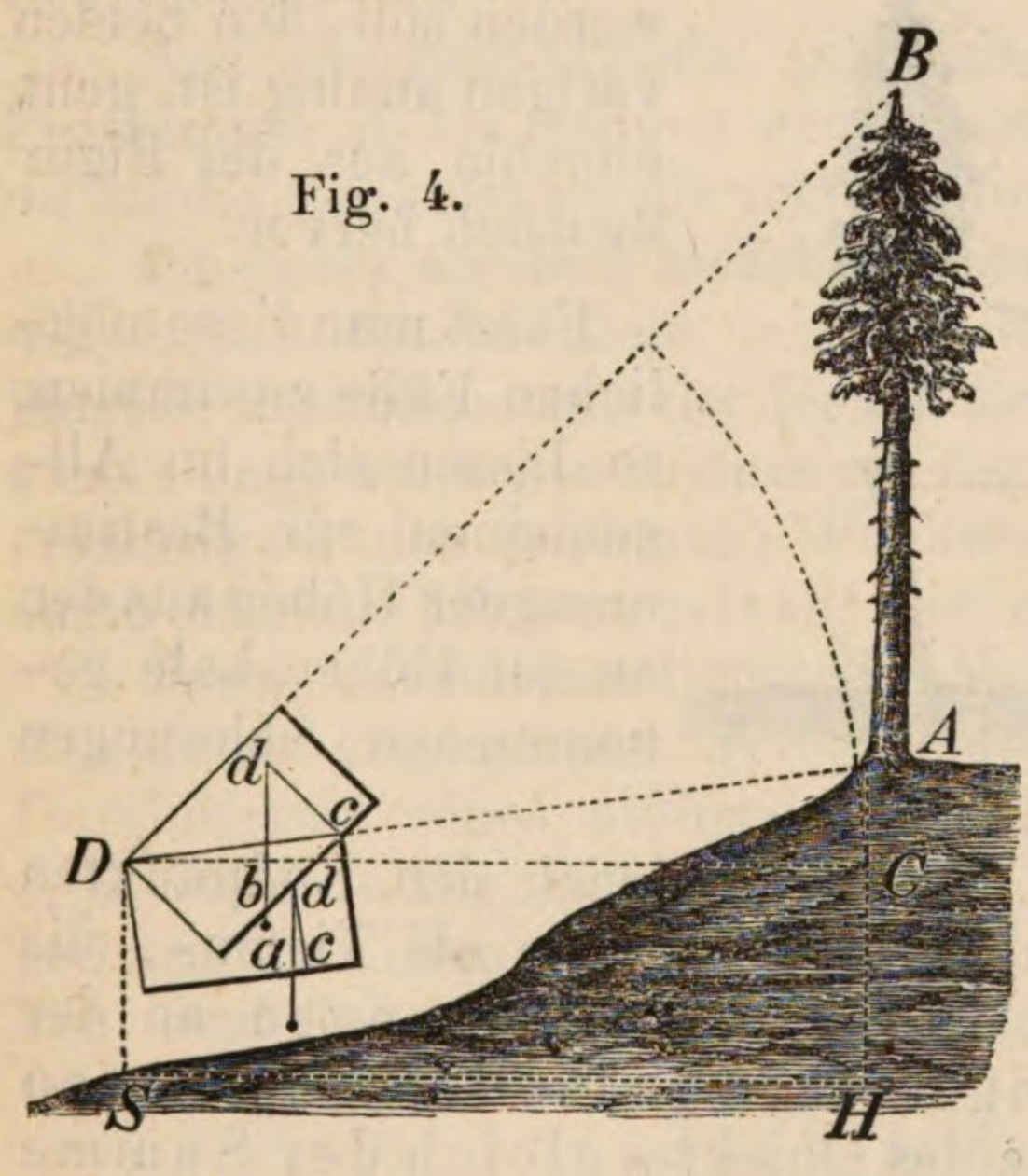
$$CB + CA = (cb + ca)\,\frac{CD}{cd}$$

Enthält nun die Linie dc auf dem Messbrettchen eben so viele Einheiten im verjüngten Maasse, als die gemessene Standlinie CD im wirklichen Maasse, z. B. in Fussen, so wird das Zahlenverhältniss $\frac{DC}{dc} = 1$ und es verwandelt sich die obige Gleichung in

$$CB + CA = cb + ca$$
$$AB = cb + ca$$

d. h. die ganze Höhe AB des Baumes wird gefunden, wenn man die an der Höhenskale auf die entgegengesetzten Seiten der verjüngten Standlinie dc fallenden Ablesungen cb und ca addirt.

Fig. 4.



Ist mit diesem Instrumente die Höhe AB eines Baumes Fig. 4 zu messen, dessen Fusspunkt A über der Horizontallinie $DC = SH$ liegt und visirt man von D aus nach den beiden Punkten A und B, so werden die beiden Visirlinien DA und DB zu Höhenvisuren. Die beiden Ablesungen ca und cb an der Höhenskale fallen daher auf eine und dieselbe Seite der verjüngten Standlinie dc und es ist die Ablesung $ca = CA$, ferner $bc = BC$. Da nun die zu messende Höhe $AB = CB - CA$ ist, so ergibt sich, wenn man die korrespondirenden Ablesungen an der Höhenskale substituirt, $AB = cb - ca$, d. h. die Höhe AB des Baumes wird gefunden, wenn man die auf eine und dieselbe Seite der verjüngten Standlinie dc fallenden Ablesungen an der Höhenskale von einander abzieht.

Dasselbe Verfahren tritt ein, wenn, wie in Fig. 5 der Scheitelpunkt B des zu messenden Baumes tiefer liegt, als der Beobachtungspunkt D. Die beiden Visuren DB und DA sind in diesem Falle Tiefenvisuren, die Ablesungen cb und ca fallen

Fig. 5.

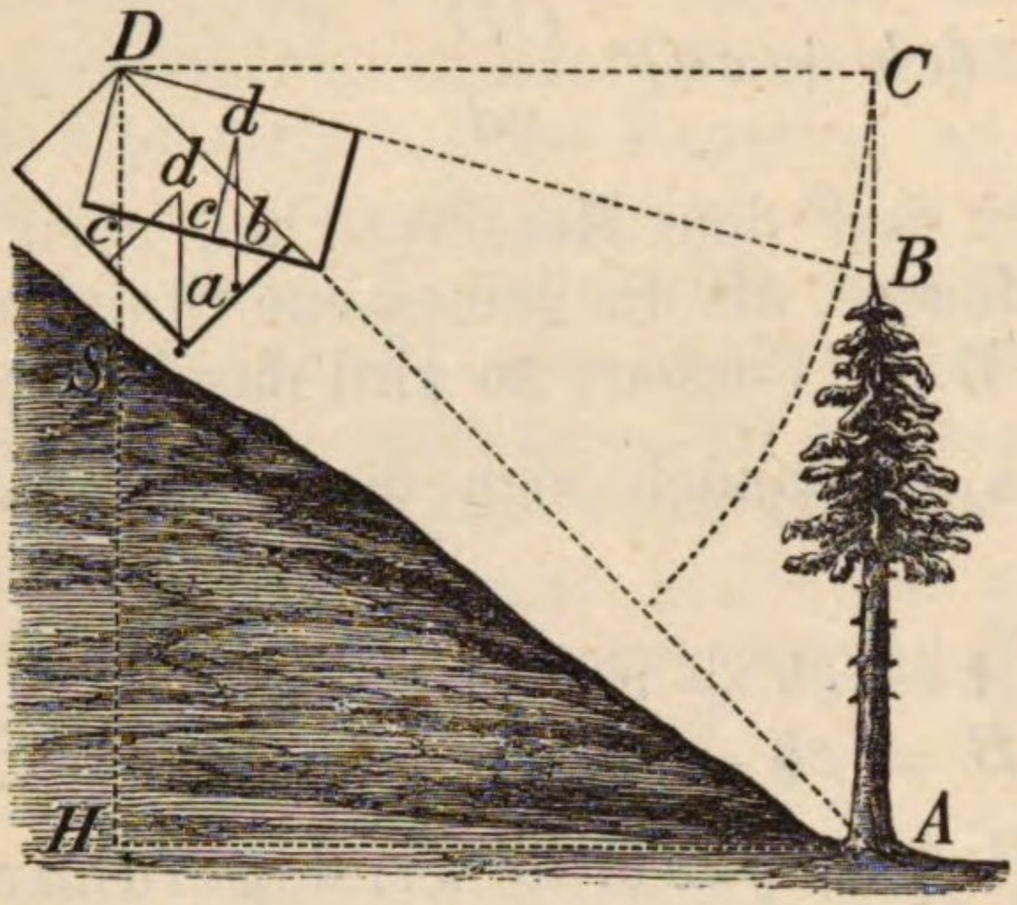
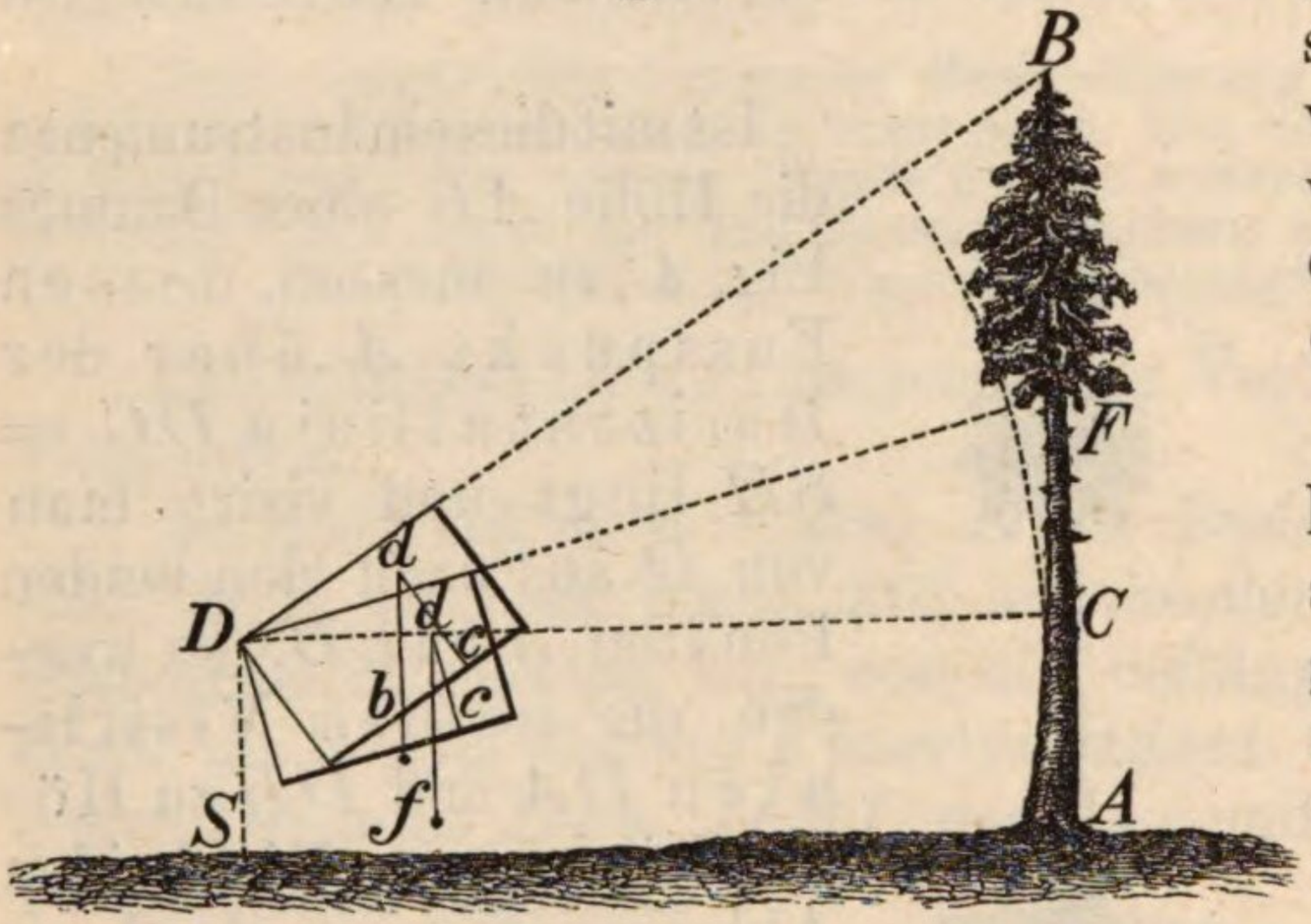


Fig. 6.



wieder, wie im vorigen Falle auf eine und dieselbe Seite der verjüngten Standlinie dc und es ist $cb = CB$ und $ca = CA$, daher die Höhe $AB = CA - CB = ca - cb$, d. h. die Höhe des Baumes ist ebenfalls gleich der Differenz der beiden Ablesungen an der Höhenskale.

Dass der in Fig. 6 dargestellte Fall, wenn von dem Baume AB nur die Länge (Höhe) des Gipfelstückes BF gemessen werden soll, den beiden vorigen analog ist, geht ohnehin aus der Figur deutlich hervor.

Fasst man diese möglichen Fälle zusammen, so lassen sich im Allgemeinen zur Bestimmung der Höhen aus den an der Höhenskale genommenen Ablesungen folgende praktische Regeln ableiten.

1. Ergibt sich, wie in Fig. 3, von den nach den Endpunkten des Höhenobjektes gerichteten Visuren die eine als Tiefen-, die andere als Höhenvisur, fallen daher die Ablesungen an der Höhenskale auf die entgegengesetzte Seite der verjüngten Standlinie dc, so ist die Höhe des Objektes gleich der Summe der beiden Ablesungen.

2. Sind hingegen die erwähnten Visirrichtungen beide entweder Höhen- oder Tiefenvisuren wie in Fig. 4, 5 und 6, und fallen daher die Ablesungen an der Höhenskale des Instrumentes immer auf eine und dieselbe Seite der verjüngten Standlinie dc, so ist die Höhe des Objektes gleich der Differenz der beiden Ablesungen.

§. 4.

Betrachtet man in Fig. 3, Seite 3, auf dem Messbrettchen bei seiner gegen den Punkt B gerichteten Stellung in dem Dreiecke dbc

die Senkelskale *db*, welche von dem Aufhängepunkte *d* aus dieselbe Theilung besitzt wie die verjüngte Standlinie *dc*, so ergeben sich aus den ähnlichen Dreiecken *dbc*, *Dbe* und *DBC* folgende Proportionen:

$$Db : De = DB : DC$$
$$Db : De = db : dc, \text{ daher auch}$$
$$DB : DC = db : dc \text{ und hieraus}$$

$$DB = db \cdot \frac{DC}{dc}.$$

Da nun wie im §. 3 das Verhältniss der wirklichen zur verjüngten Standlinie $\frac{DC}{dc} = 1$ ist, so wird in der obigen Gleichung $db = DB$, d. h. die auf der Senkelskale genommene Ablesung *db* gibt die schiefe Entfernung *DB* des Punktes *B* (Scheitelpunkt des Baumes) bis zum Punkte *D* (dem Auge des Beobachters) an.

Aus gleichem Grunde gibt das Instrument bei der nach dem Fusspunkte *A* des Baumes gerichteten Stellung durch die Ablesung *da* an der Senkelskale die schiefe Entfernung *DA*.

Ist daher an dem Messbrettchen im Punkte *d* statt eines gewöhnlichen Pendelfadens eine in ihrer Eintheilung mit der verjüngten Standlinie und der Höhenskale korrespondirende Senkelskale angebracht, so können an der letzteren die schiefen Entfernungen der anvisirten Punkte in allen in Fig. 3, 4, 5 und 6 angegebenen Fällen unmittelbar abgelesen werden.

Diese Vervollständigung des Messbrettchens ist für die Baummesskunst von grosser Wichtigkeit, weil in dem Falle, als der Durchmesser eines stehenden Baumes an irgend einem Punkte, z. B. bei *F* in Fig. 6 mittelst eines Dendrometers gemessen werden soll, unter Einem auch die schiefe Entfernung *FD* dieses Punktes von dem bei *D* befindlichen Auge des Beobachters ermittelt werden muss.

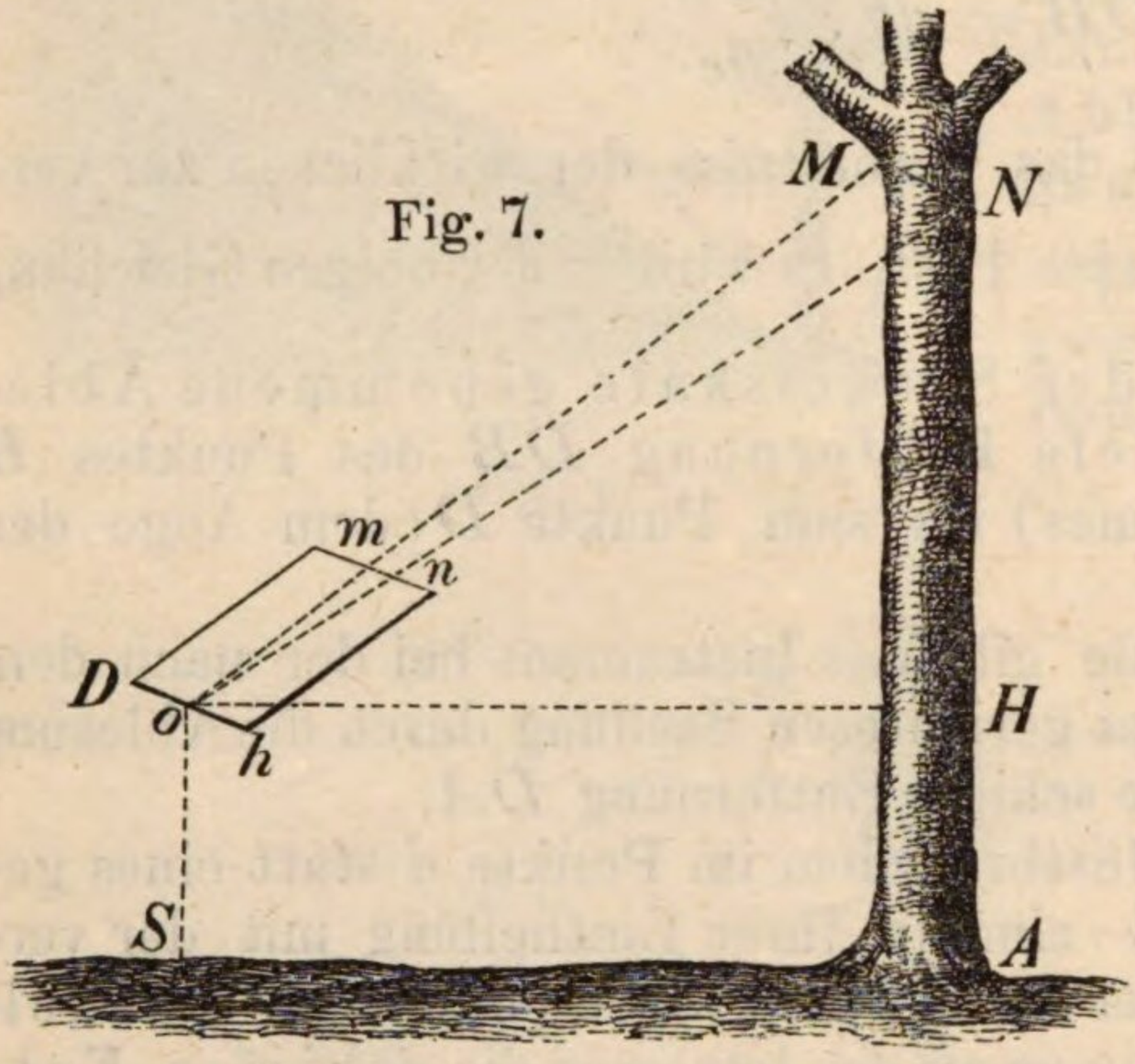
§. 5.

Ist ein Messbrettchen nach der vorhin dargestellten Art eingerichtet, so ist dasselbe vorerst nur zum Messen der Höhen und schiefen Distanzen geeignet. Um es aber auch für den zweiten im §. 1. erwähnten Zweck, nämlich: den Durchmesser eines stehenden Baumes in beliebiger Höhe zu messen, mithin als Dendrometer brauchbar zu machen, muss dasselbe eine weitere Vorrichtung haben, mit welcher man den Durchmesser in der gewählten und bereits gemessenen Höhe zwischen zwei tangirenden Visirstrahlen fassen und aus dem auf diese Weise am Instrumente fixirten scheinbaren Durchmesser auf den wirklichen des Baumes schliessen kann.

Diese Eigenschaft erhält das Messbrettchen durch folgende Einrichtung:

Denkt man sich dasselbe in Gestalt eines hohlen, beiläufig $^3/_4$'' dicken Kästchens, auf die breite Fläche (Fig. 7) gelegt, dann an der dem Auge des Beobachters zugekehrten Kante *Dh* bei *O* eine Okularöffnung, an der entgegengesetzten Seite bei *m* und *n* ein bewegliches Objektivmittel angebracht, zwischen welchen der unter dem Sehewinkel *mOn* erscheinende Durchmesser *MN* gefasst wird, so kann der Abstand *m n* mittelst einer daselbst angebrachten Skale gemessen werden.

Fig. 7.



Aus den ähnlichen Dreiecken *Omn* und *OMN* ergibt sich dann das Verhältniss des beobachteten scheinbaren Durchmessers *mn* zum wirklichen Durchmesser *MN* des Baumes; denn es verhält sich in den erwähnten Dreiecken:

$$Om : mn = OM : MN \text{ und es ist:}$$

$$MN = \frac{OM}{Om} \cdot mn$$

Die im zweiten Theile dieser Gleichung vorkommenden Grössen sind theils schon durch die Konstruktion des Instrumentes gegebene, theils mittelst desselben messbare Grössen, aus welchen daher *MN* leicht gefunden werden kann. Ist nämlich der Theil *m* des Objektivmittels unbeweglich, so ist der Abstand *Om* eine konstante, von der Länge des Instrumentes abhängige, also jedenfalls eine gegebene Grösse. Der scheinbare Durchmesser *mn* wird dadurch gemessen, dass man, nachdem der unbewegliche Theil *m* des Objektivmittels gegen den einen Endpunkt *M* des Baumdurchmessers gerichtet ist, den beweglichen Theil *n* so weit verschiebt, bis der Visirstrahl *ON* den zweiten Punkt *N* des Baumdurchmessers tangirt, in welchem Falle man die Grösse des scheinbaren Durchmessers *mn* auf der zunächst des Objektivmittels befindlichen Durchmesserskale ableset. Die schiefe Entfernung $OM = ON$ endlich kann mit dem Instrumente, wenn es in seiner hochkantigen Lage als Höhenmesser gebraucht wird, unmittelbar an der Senkelskale abgelesen werden.

Nach diesen in den §§. 3, 4 und 5 entwickelten Grundsätzen ist das von dem vormaligen Professor an der k. k. Forstlehranstalt zu Mariabrunn, Georg Winkler von Brückenbrand, angegebene Taschen-Dendrometer gebaut, welches wir in verbesserter Form dem forstlichen Publikum vorführen.

Dieses Instrument leistet nicht nur in der Holzmesskunst (bei Baum- und Bestandesschätzungen) als Dendrometer wesentliche Dienste, sondern kann auch in seiner Eigenschaft als Winkelkreuz und Horizontalwage zum Abstecken rechter Winkel und regelmässiger Pflanzungen, zur Aufnahme kleiner Flächen (Blössen, Kulturflächen u. dgl.), dann bei der Tracirung von Waldwegen und Ausführung anderer, keine sehr grosse Genauigkeit erfordernden Nivellirarbeiten mit Vortheil angewendet werden.

Construction des Taschen-Dendrometers.

a. Einrichtung desselben überhaupt.

§. 6.

Dieses in Fig. 8 in einem Viertel seiner natürlichen Grösse dargestellte Instrument besteht aus einem $5\frac{1}{2}''$ langen, $3''$ breiten und $8'''$ dicken Kästchen aus gut ausgetrocknetem harten Holze. Die vordere breite Fläche $ABCD$, dann die gegen das Auge des Beobachters gerichtete schmale Seite BC, sowie die als Visirmittel dienenden Bestandtheile, dann die auf der Rückseite angebrachte Vorrichtung zum Aufstecken des Instrumentes auf einen Stativstock sind aus Messing angefertigt und mit feinen Holzschrauben an dem Kästchen befestigt.

Auf der bei der hochkantigen Lage des Instrumentes nach oben gerichteten Kante AB ist ein Visirmittel mit der bei O befindlichen kleinen Okularöffnung und dem bei E befestigten, in Fig. 9 in natürlicher Grösse dargestellten Objektivabsehen. Dieses wird von einem in der Mitte durchbrochenen Messingblättchen gebildet, in dessen Oeffnung ein Fadenkreuz aus Rosshaar angebracht ist. Der Vertikalfaden dient beim Abstecken rechter Winkel u. dgl., der Horizontalfaden aber zum Anvisiren eines Objektes bei der Höhenmessung oder bei Nivellirarbeiten zum Anvisiren der Ziellatte. Die Okularöffnung O muss mit dem Horizontalfaden des Objektivabsehens in vollkommen gleicher Höhe stehen, mithin die von denselben gebildete Visirlinie OE mit den übrigen auf der Vorderseite des Instrumentes in der Richtung von AB gezogenen Linien vollkommen parallel sein, weil von diesem Umstande die Genauigkeit der Angaben des Instrumentes bei Höhen- und Niveaumessungen abhängig ist.

Fig. 9.

Fig. 10.

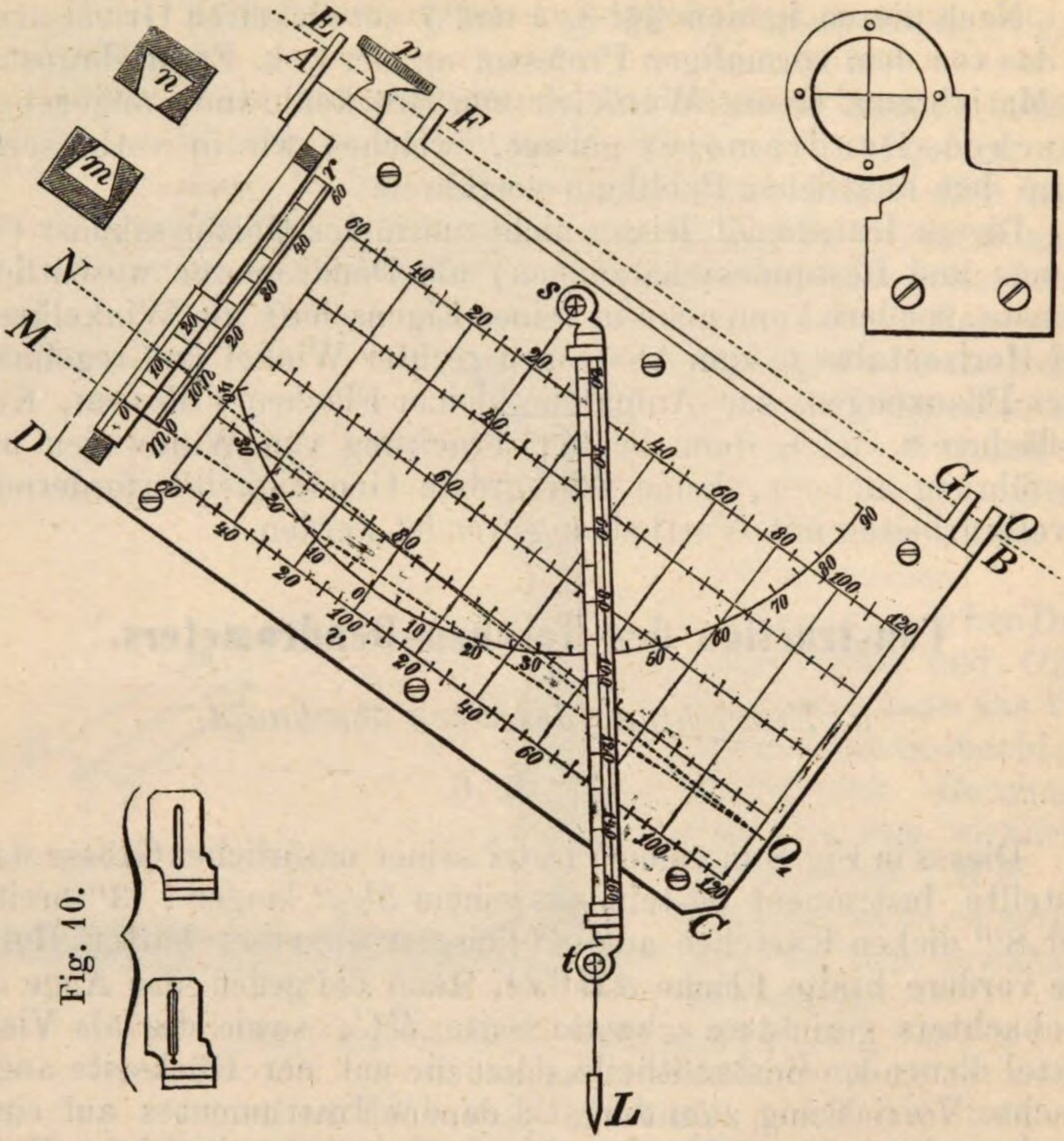


Fig. 11.

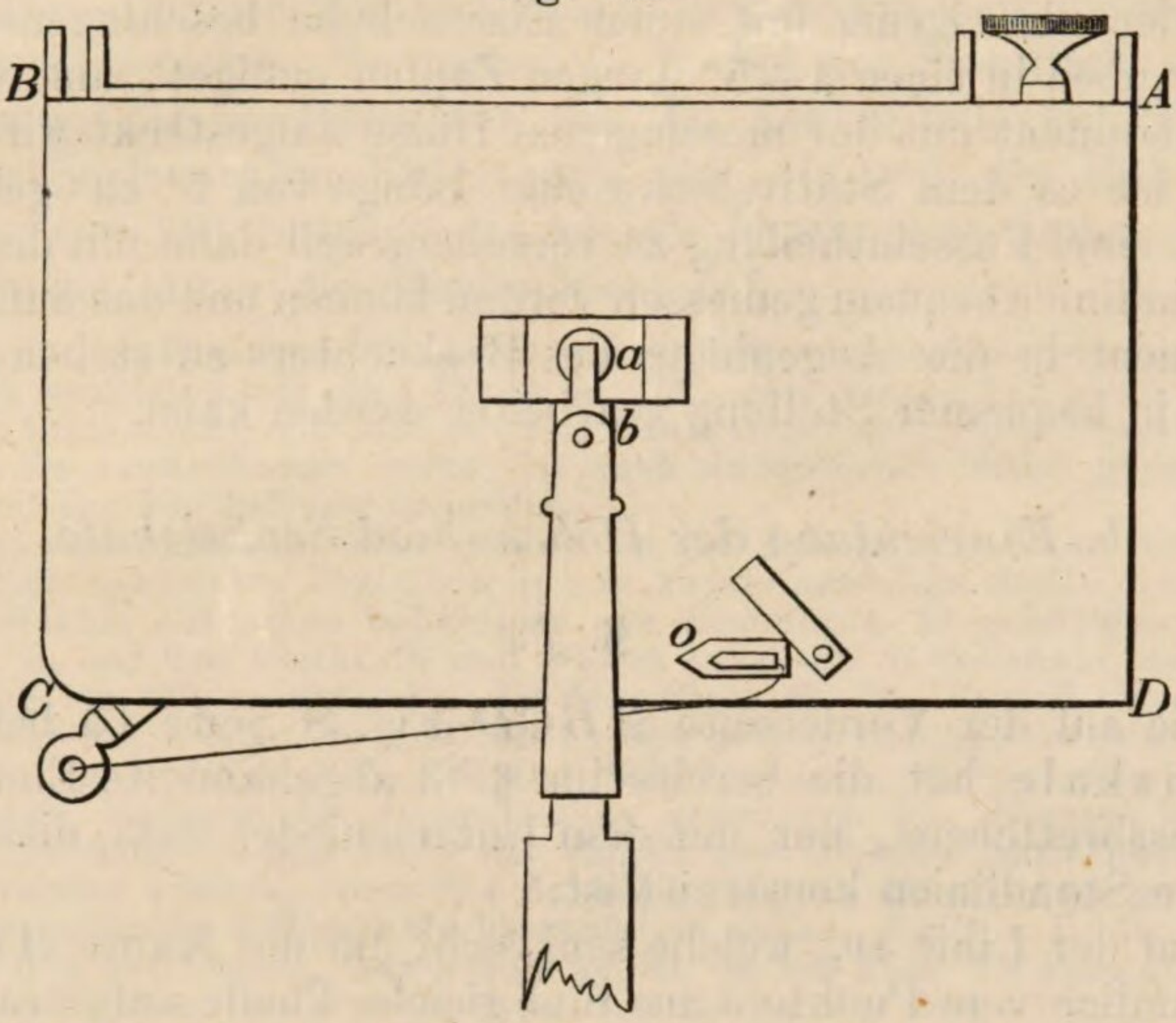
Fig. 8.

Auf der obern Kante AB ist ferner ein an beiden Enden nach aufwärts gebogener Messingstreifen FG mittelst einer feinen Holzschraube der Art befestigt, dass er sich um letztern leicht bewegen lässt. Dieser Messingstreifen dient als Winkelkreuz, und hat zu diesem Behufe an der einen Seite eine Okularöffnung, auf der andern eine Objektivspalte. Wird dieses Winkelkreuz an die zunächst derselben befindliche, excentrisch geformte Rektificirschraube angelegt, so steht es senkrecht auf die Visirlinie OE und dient daher zum Abstecken rechter Winkel.

Die Vorderseite $ABCD$ bildet den wichtigsten Theil des Instrumentes und enthält die nach Art der Messbrettchen eingerichtete Höhenskale, dann die mit umlegbaren in Fig. 10 in natürlicher Grösse dargestellten Dioptern versehene Senkelskale mit dem daranhängenden Lothe L, so wie die zum Ablesen der scheinbaren Durchmesser dienende Durchmesserskale mr. Um

das Instrument auch als Winkelmesser gebrauchen zu können, ist auf der Vorderseite noch eine Gradskala angebracht. Die Einrichtung und der Gebrauch dieser Skalen ist weiter unten beschrieben.

Fig. 12.



Auf der in Fig. 12 dargestellten Rückseite ist eine einfache Vorrichtung, um das Instrument auf einem Stativstock zu befestigen, wodurch es unbeschadet der leichten Beweglichkeit in jeder erforderlichen Richtung, — dennoch die beim Ablesen der scheinbaren Durchmesser, Abstecken rechter Winkel u. dgl., nothwendige Stabilität erhält. Diese Vorrichtung besteht aus einem $^3/_4$" langen messingenen Ansatze, um welchen sich das Instrument kreisförmig bewegen lässt, und welcher bei *a* und *b* mit zwei rechtwinklig gestellten Charnieren versehen ist. Am Charniere *b* ist eine $1^1/_2$" lange messingene Hülse, mit welcher das Dendrometer auf den Kopf eines Stativstockes gesteckt wird. Durch das in der Längenrichtung des Instrumentes gelegene Hülsen-Charniere *b* ist die vertikale Bewegung und durch die Hülse selbst, so wie durch den messingenen Absatz, die kreisförmige Bewegung sowohl in der hochkantigen als auch in der breitseitigen Lage des Instrumentes ermöglicht. Das zweite, rechtwinklig gegen das vorige gestellte Ansatz-Charnier *a* dient zur Seitenbewegung, um das Instrument nach Erforderniss (beim Höhenmessen, Abstecken rechter Winkel u. dgl.) in die mit dem Höhenvisirmittel nach oben gerichtete hochkantige Lage bringen oder (beim Abnehmen der scheinbaren Durchmesser) auf die breite Seite legen zu können.

Unter dieser Stellungsvorrichtung befindet sich die mit einem Messingplättchen verschliessbare Oeffnung *o*, in welcher beim Transporte des Instrumentes das Loth der Senkelskale versorgt werden kann.

Als Stativstock dient entweder ein gewöhnlicher Kettenstab oder ein eigener mit einem Eisenschuhe beschlagener Stab, welcher oben in einen 4—5″ langen Zapfen endiget, auf welchem das Instrument mit der messingenen Hülse aufgesteckt wird. Am besten ist es dem Stativstocke eine Länge von 5′ zu geben und ihn mit einer Fusseintheilung zu versehen, weil dann mit demselben die Standlinien bequem gemessen werden können und das aufgestellte Instrument in die Augenhöhe des Beobachters zu stehen kommt, mithin in bequemer Stellung gearbeitet werden kann.

b. Einrichtung der Höhen- und Senkelskale.

§. 7.

Die auf der Vorderseite *ABCD* Fig. 8 Seite 10 befindliche Höhenskale hat die bereits im §. 3 abgehandelte Einrichtung des Messbrettchens, nur mit dem Unterschiede, dass dieselbe für mehrere Standlinien konstruirt ist.

Auf der Linie *sv*, welche senkrecht auf der Kante *AB* steht, sind nämlich vom Punkte *s* aus fünf gleiche Theile aufgetragen und die Theilungspunkte mit 20, 40, 60, 80 und 100 beschrieben. Dadurch sind fünf verjüngte Standlinien von solchen Masseinheiten repräsentirt, in welchen die bei dendrometrischen Beobachtungen gewählten wirklichen Standlinien gemessen werden. Da man letztere immer in Fussen zu messen pflegt, so stellen auch die fünf verjüngten Standlinien die Längen von 20, 40, 60, 80 und 100′ vor. Durch jeden dieser Theilungspunkte ist eine Parallele zu *AB* gezogen und auf den durch die Punkte 20 und 100 gehenden Linien der Theil *s* 20 nach beiden Seiten von *sv* hin so oft aufgetragen als es angeht. Durch die Verbindung der korrespondirenden Theilungspunkte entsteht zu beiden Seiten der Linien *sv* eine Höhenskale, auf welche, wie die Bezifferung nachweiset, für jede verjüngte Standlinie 20, 40, 60, 80, 100 die dazu gehörige Höhe von 20 zu 20 und durch die weitere mit Strichen und Punkten angezeigte Halbirung von 10 zu 10 und 5 zu 5 Einheiten sichtbar bezeichnet ist, daher unmittelbar abgelesen werden kann. Auf der durch die Standlinien 20 und 100 gezogene Parallelen insbesondere, ist diese Theilung bis auf die einzelnen Einheiten ausgeführt und die Schätzung bis auf $^1/_2$ und $^1/_4$ Theile möglich.

Die Senkelskala *st*, welche an dem durch eine Schraube gebildeten Aufhängepunkte *s* frei spielen kann und durch das an einen Seidenfaden befestigte Loth *L* die Richtung der Vertikallinie

angibt, hat vom Punkte *s* aus diselbe Eintheilung wie die Höhenskale. Sie dient dazu, um für eine gegebene verjüngte Standlinie und Höhe, die dazu gehörige schiefe Entfernung zu finden, welche laut §. 4 nichts Anderes ist, als die Hypothenuse des von diesen drei Seiten gebildeten rechtwinkeligen Dreieckes. So weiset z. B. bei der Standlinie 40 und der dazu gehörigen Höhe von 30, die Senkelskale auf 50, d. h. bei einer horizontalen Entfernung von 40′ und der Höhe eines Objektes von 30′ beträgt die schiefe Entfernung dieses Höhenpunktes vom Auge des Beobachters 50′.

Durch den Umstand, dass die auf *sv* aufgetragenen verjüngten Standlinien sich verhalten wie 20 : 40 : 60 80 : 100, oder wie 1 : 2 : 3 : 4 : 5 und dass ferner die Eintheilung der Höhen- und Senkelskale mit jener dieser Standlinien im Zusammenhange steht, ist auch ein einfaches Mittel gegeben, die Richtigkeit der Eintheilung zu prüfen.

Legt man nämlich die Senkelskale an die Linie *sv*, so müssen die bezüglichen Theilungspunkte derselben genau zusammenfallen. Stellt man ferner die Senkelskale auf einen beliebigen zur Standlinie 20 gehörigen Höhenpunkt, z. B. auf den Punkt 15 und weiset dabei die Senkelskale die schiefe Entfernung von 25, so muss für die Standlinie 40, 60, 80 und 100 die Senkelskale auf das 2-, 3-, 4- und 5fache der obigen Zahlen, mithin auf 30, 45, 60, 75; dann auf 50, 75, 100 und 125 hinweisen, wie aus der in Fig. 8 gezeichneten Stellung des Instrumentes ersichtlich ist. Hieraus folgt zugleich, dass auch in dem Falle die Höhen und schiefen Entfernungen abgelesen werden können, wenn die Senkelskale über die zu einer gewählten Standlinie gehörige Höhenskale hinausfallen sollte. Fällt z. B. die Senkelskale bei den verjüngten Standlinien 40, 60, 80, 100 über die dazu gehörigen Höhenlinien hinaus, so braucht man nur die bei der Standlinie 20 genommenen Ablesungen, beziehungsweise 2-, 3-, 4-, 5fach zu nehmen. Umgekehrt können auch die für grössere Standlinien, z. B. für 100 genommenen Ablesungen sehr leicht auf die den Standlinien 80, 60, 40 entsprechenden Zahlen reduzirt werden, wenn man die für die erstere giltigen Ablesungen beziehungsweise mit 0,8 — 0,6 — 0,4 multiplizirt. Ja selbst für solche Standlinien, welche auf dem Instrumente gar nicht angegeben sind, lassen sich die bezüglichen Werthe für die Höhen und schiefen Entfernungen sehr leicht ermitteln. Wählt man z. B. die Standlinie mit 50′, so braucht man nur die bei der Standlinie 100 genommenen Ablesungen zu halbiren.

c. Einrichtung der Durchmesser-Skale und des dazu gehörigen Visirmittels.

§. 8.

Um mit dem Dendrometer von einem bestimmten Standpunkte aus den scheinbaren Durchmesser eines Baumes fassen und messen zu können, ist auf der schmalen Seite *BC* Fig. 8, Seite 10 eine zweite Okularöffnung bei O_1 und im Innern des Kästchens auf der entgegengesetzten Seite ein Objektivmittel angebracht, welches mit der auf der Vorderfläche befindlichen Durchmesserskale *mr* in Verbindung steht. Das Objektivmittel wird von zwei durchbrochenen Stahlblättchen gebildet (in Fig. 11 Seite 10 in natürlicher Grösse dargestellt), vor welcher das eine *m* unbeweglich und genau unter dem Nullpunkte der mit einem

Nonius versehenen Skale befestigt, das andere n aber sammt dem Nonius mittelst der Mikrometerschraube p verschiebbar ist. Wird der Nullpunkt des Nonius auf den Nullpunkt des Limbus gestellt, so müssen die Blättchen m und n des Objektiv-Absehens mit ihrem Rande genau aneinanderliegen.

Die Entfernung O_1m (von der Okularöffnung O_1 bis zum unbeweglichen Theil m des Objektivmittels) beträgt genau 5 Zolle. Hievon ist der sechste Theil ($^1/_6\ O_1m$) d. i. $^5/_6$ Zolle auf den Limbus der Skale aufgetragen und daselbst in 20 gleiche Theile getheilt. Es beträgt daher die Grösse eines Limbustheiles $^5/_6 \times {}^1/_{20} = {}^5/_{120}$ Zoll. Da ferner 19 Theile des Limbus auf den Nonius übertragen und daselbst in 20 Theile getheilt sind, so gibt der Nonius noch $^5/_6 \times {}^1/_{20} \times {}^1/_{20} = {}^5/_6 \times {}^1/_{400} = {}^5/_{2400}$ Theile eines Zolles an, und es können die Baumdurchmesser bis auf $^1/_{400}$ Theile ihrer scheinbaren Grösse gemessen werden.

Fasst man daher Fig. 7, Seite 8 von dem Beobachtungspunkte O aus, in der zur horizontal gemessenen Standlinie SA gehörigen schiefen Entfernung $OM = ON$ mit dem Objektivmittel mn den Durchmesser MN eines Baumes zwischen die tangirenden Visirstrahlen, so findet nach §. 5 folgende Proportion statt:

$$\underbrace{Om : OM}_{\text{Fusse}} = \underbrace{mn : MN}_{\text{Zolle}}$$

in welcher das erste Verhältniss in Fussen, das zweite in Zollen ausgedrückt werden muss, da die schiefe Entfernung OM vom Auge des Beobachters in Fussen, der Durchmesser MN aber in Zollen ermittelt wird. Da vermöge der Konstruktion der Durchmesserskale $Om = 5'' = {}^5/_{12}'$ ist und ein Theil des Limbus $^5/_{120}''$ beträgt, so kann die Grösse des scheinbaren Durchmessers mn, wenn man die Anzahl der an der Skale mittelst des Nonius ablesbaren Theile mit Z bezeichnet, ausgedrückt werden mit $mn = Z.\ {}^5/_{120}''$. Substituirt man diese Werthe in die obige Proportion, so ergibt sich:

$${}^5/_{12}' : OM' = Z\ .\ {}^5/_{120}'' : MN'' \text{ und hieraus:}$$

$$MN'' = OM'\ .\ Z\ .\ {}^5/_{120} \times {}^{12}/_5 = \frac{OM'\ .\ Z}{10}$$

in welcher Gleichung die Grösse Z den Werth von $^1/_{20}$ oder 0,05 bis zu jeder auf der Skale vermittelst des Nonius ablesbaren Zahl annehmen kann. Aus dieser Ablesung und der mittelst der Senkelskale in Fussen gemessenen schiefen Entfernung OM ergibt sich daher der wirkliche Durchmesser MN in Zollen.

Ist zum Beispiel die schiefe Entfernung $OM = 54'$ und $Z = 2^8/_{20} = 2{,}4$ d. h. hat der Nullpunkt des Nonius den zweiten Theilstrich des Limbus so weit überschritten, dass erst der achte Theilstrich des Nonius mit einem Theilstriche des Limbus zusammenfällt, so ist nach obiger Gleichung der wirkliche Durchmesser

$$MN = \frac{54 \times 2^8/_{20}}{10} = \frac{54 \times 2{,}4}{10} = 54 \,.\, 0{,}24 = 12{,}9''$$

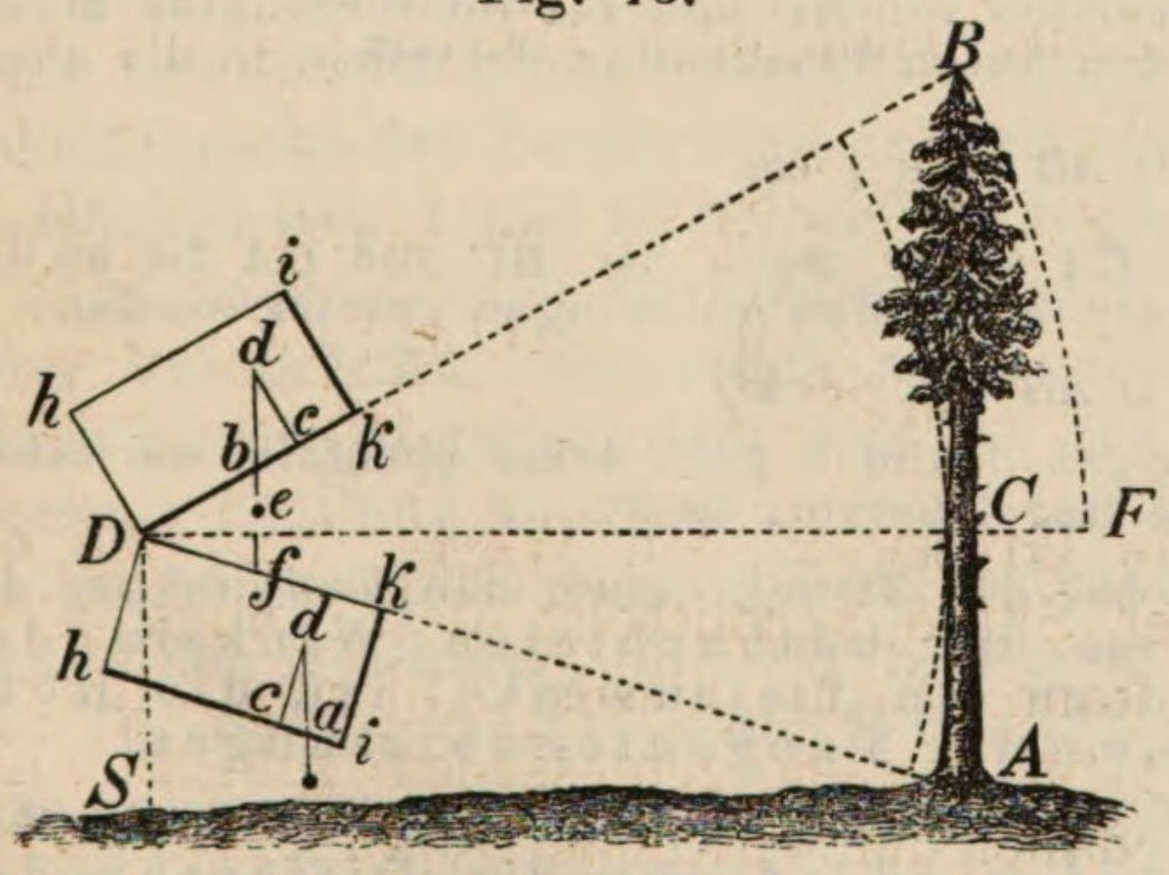
Nach dieser Gleichung ist die Tafel I berechnet, aus welcher für die in verschiedenen Entfernungen mit dem Instrumente abgenommenen scheinbaren Durchmesser die dazu gehörigen wirklichen Durchmesser unmittelbar entnommen werden können.

d. Einrichtung der Grad- oder Winkelskale.

§. 9.

Wird auf der Vorderseite *ABCD* Fig. 8. Seite 10 aus dem Punkte *s* mit einem beliebigen Halbmesser ein Bogen beschrieben und derselbe von dem in der Linie *sv* gelegenen Nullpunkte aus, nach beiden Seiten hin in halbe Grade getheilt, so können mit dem Instrumente in seiner hochkantigen Lage Höhen- und Tiefenwinkel (Elevations- und Depressionswinkel) nach halben Graden ganz genau, schätzungsweise auch nach viertel Graden gemessen werden. Unter Einem gibt das Instrument mit seiner Höhen- und Senkelskale, je nachdem irgend eine der verjüngten Standlinien oder die dazu gehörige schiefe Entfernung als Halbmesser *r* des gemessenen Winkels angenommen wird, im ersten Falle die Tangente und Sekante, im zweiten Falle den Sinus und Cosinus dieses Winkels mit einer in vielen Fällen für die forstliche Praxis zureichenden Genauigkeit an.

Fig. 13.



Betrachtet man nämlich die Figur 13, so ist offenbar $\sphericalangle CDB = \sphericalangle cdb$, dann $\sphericalangle DCB = \sphericalangle dcb$. Denkt man sich mit dem Halbmesser $DC = 1$, welchem die verjüngte Standlinie *dc* entspricht, einen Bogen beschrieben, so ist $BC = tang. \sphericalangle CDB$ und $DB = sec. \sphericalangle CDB$, daher auch $bc = tang. \sphericalangle cdb$ und $db = sec. \sphericalangle cdb$ d. h. für die als Halbmesser

$r = 1$ angenommene verjüngte Standlinie cd, geben die dazu gehörigen Ablesungen an der Höhen- und Senkelskale die Tangente und Sekante des betreffenden Winkels.

Denkt man sich hingegen die schiefe Entfernung DB oder die correspondirende db als Halbmesser r für die obigen Winkel, so wird CB oder cb der Sinus und DC oder dc der Cosinus dieser Winkel. Es gibt daher, wenn man die für eine gewählte Standlinie und eine gemessene Höhe geltende Ablesung an der Senkelseite als Halbmesser annimmt, die Ablesung an der dazu gehörigen Höhenskale den Sinus, die verjüngte Standlinie selbst aber, den Cosinus des bezüglichen Winkels.

Bei der in Fig. 8, Seite 10 angegebenen Stellung des Instrumentes zeigt die Winkelskale auf 37^0. Für die als Halbmesser r angenommene verjüngte Standlinie 40 gibt die Ablesung an der Höhenskale die *tang.* $37^0 = 30$, die Ablesung an der Senkelskale die *sec.* $37^0 = 50$. Wird letztere als Halbmesser r angenommen, so ist nach der Ablesung an der Höhenskale *sin.* $37^0 = 30$ und die dazu gehörige Standlinie der *cos.* $37^0 = 40$.

Für die verjüngte Standlinie 100 als Halbmesser r sind die Tangenten- und Sekantenablesungen (die ermittelten Höhen und schiefen Entfernungen) Procentsätze, welche in vielen Fällen z. B. zur Bestimmung des Gefälles der Waldwege u. dgl. sehr bequeme und brauchbare Angaben liefern.

Aus der obigen Darstellung lässt sich die Ermittlung der Höhen, welche nichts Anderes sind, als die Tangenten der gemessenen Winkel, auch auf folgende Weise ableiten:

In Fig. 13 ist $BC = tang. \sphericalangle BDC$ und $CA = tang. \sphericalangle CDA$ und die Höhe

$$AB = BC + CA$$

Da nun die Ablesungen bc und ca auf der Höhenskale des Dendrometers als correspondirende Grössen von BC und CA im verjüngten Masse zu betrachten sind, so ergibt sich durch Substitution derselben in die obige Gleichung:

$$1)\ AB = bc + ca.$$

In Fig. 14 ist $AB = BC - CA$ oder, wenn für BC und CA die an der Höhenskale genommenen correspondirenden Ablesungen gesetzt werden:

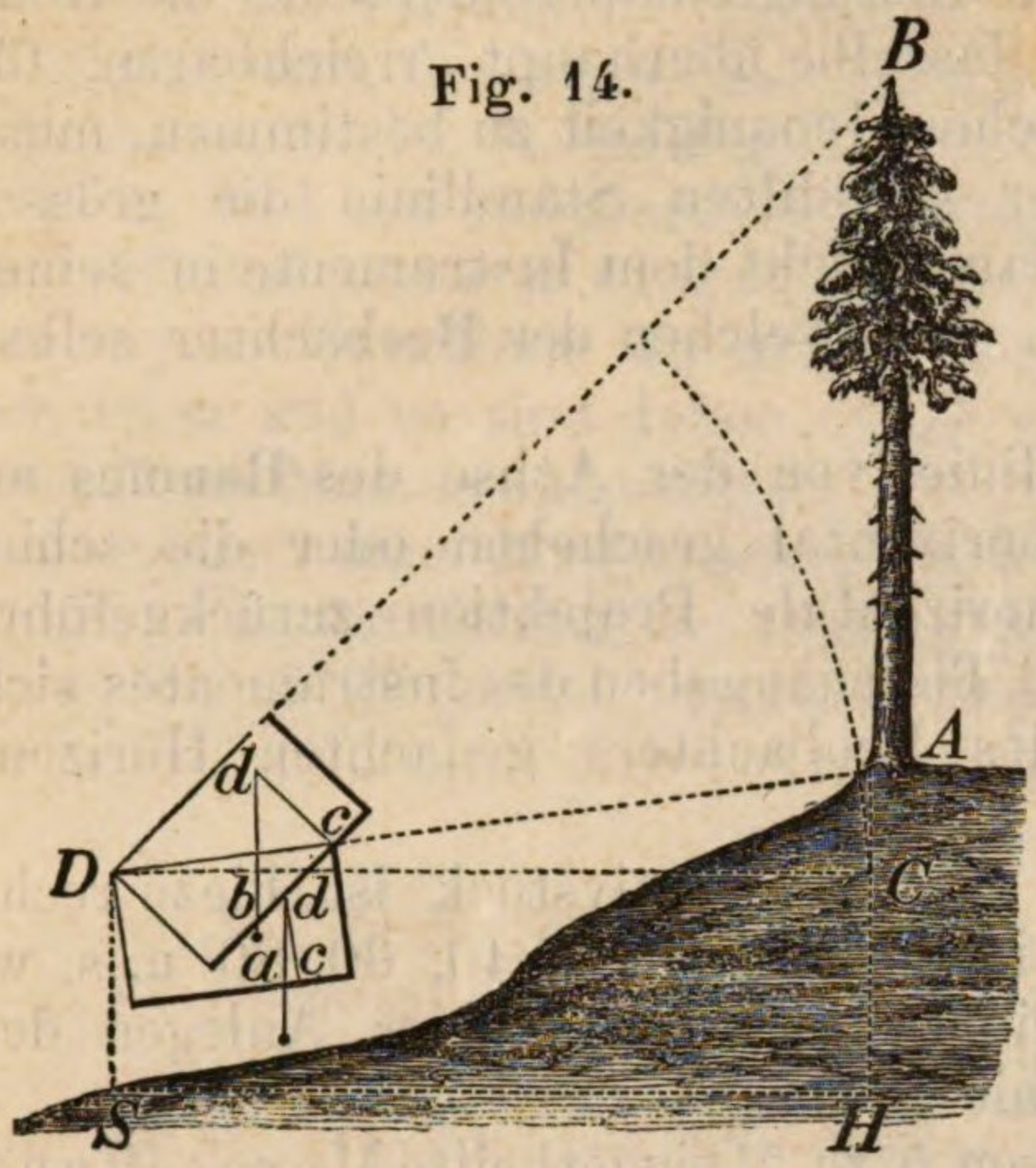
$$2)\ AB = bc - ca.$$

Aus den beiden Gleichungen 1 und 2 geht daher ebenfalls die schon im §. 3 entwickelte praktische Regel hervor, dass:

1. im ersten Falle, wenn bei den Visuren nach den Endpunkten des zu messenden Höhenobjektes von den beobachteten Winkeln der eine ein Höhen- der andere ein Tiefenwinkel ist, die Höhe des Objektes durch die Summe der Tangentenablesungen,

2. im zweiten Falle hingegen, wenn beide Winkel entweder Höhen- oder Tiefenwinkel sind, durch die Differenz der Tangentenablesungen gefunden wird.

Fig. 14.



Wird das auf den Stativstock aufgesteckte Dendrometer in die breitseitige Lage gebracht, mithin die Winkel-Skale nach aufwärts gerichtet, so können mit demselben auch Horizontalwinkel gemessen werden, da die Senkelskale zu diesem Behufe nach Art eines Diopters eingerichtet ist und das Instrument vermittelst des an der Rückseite befindlichen Ansatzes an der Stellungsvorrichtung, zum Zwecke der Orientirung kreisförmig bewegt werden kann.

Anwendung des Taschen-Dendrometers.

I. Anwendung in der Holzmesskunst.

A. Das Dendrometer als Baumhöhenmesser.

a. Wahl und Messen der Standlinie.

§. 10.

Die Standlinie für die nachfolgende Höhenmessung muss in einer solchen Richtung gewählt werden, dass man den Fuss- und Scheitelpunkt des Baumes gut sehen kann und wo möglich die Sonne im Rücken hat, damit an hellen Tagen das grelle Licht nicht blende.

In geschlossenen Beständen ist man zwar in dieser Wahl mitunter beschränkt, namentlich aber gehindert der Standlinie eine solche Länge zu geben, dass man bei der Höhenmessung keine unbequeme Stellung annehmen muss. Im Allgemeinen soll die Länge der Standlinie mindestens die halbe Höhe des Baumes, mithin bei sehr hohen Stämmen, 60—80′ betragen.

Da die Konstruktion der Höhenskale des Instrumentes auf die dazu gehörigen verjüngten Standlinien basirt ist, so muss offenbar ein bei der Messung der gewählten wirklichen Standlinie begangener Fehler auf die Richtigkeit der Höhenangabe zurückwirken. Insoferne

daher das Instrument der Anforderung entsprechen soll, die Höhe eines Baumes mit der durch dasselbe überhaupt erreichbaren, für die forstliche Praxis hinlänglichen Genauigkeit zu bestimmen, muss auf die richtige Messung der gewählten Standlinie die grösste Sorgfalt verwendet werden, damit nicht dem Instrumente in seiner Angabe ein Fehler angelastet wird, welchen der Beobachter selbst begangen hat.

Die Messung der Standlinie, von der Achse des Baumes an gerechnet, muss jedenfalls horizontal geschehen oder die schief gemessene Linie auf die horizontale Projektion zurückgeführt werden, weil alle Höhen- und Tiefenangaben des Instrumentes sich auf den durch das Auge des Beobachters gedachten Horizont beziehen.

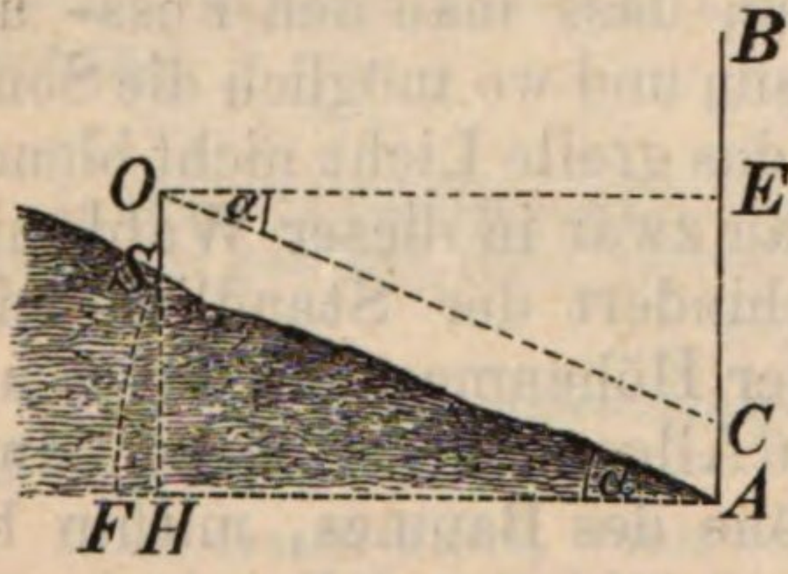
Der im §. 6 erwähnte 5′ lange Stativstock ist hiezu recht geeignet, da die Standlinien in der Länge von 40, 60, 80′ u. s. w. gemessen werden, mithin ein 8-, 12-, 16maliges Anlegen des Stockes die gewählte Standlinie gibt.

Noch bequemer ist eine von 5 zu 5′ eingetheilte Messschnur, welche von einem am Fusspunkte des Baumes stehenden Gehilfen so gehalten wird, dass sie in der gewählten Länge der Standlinie horizontal gespannt werden kann.

Arbeitet man ohne Gehilfen, so wird die Messschnur mit dem einen Ende in einem, am Fusspunkte des Baumes eingeschraubten Haken gehängt, und beim Vorwärtsschreiten bis zur gewählten Länge horizontal ausgezogen.

Will man auf Bergabhängen aus dem Grunde, weil die Beschaffenheit des Terrains Schwierigkeiten verursacht, die Standlinie nicht horizontal, sondern nach der schiefen Länge des Hanges messen, und auf die horizontale Projektion von 40, 60, 80′ u. s. w. zurückführen, so leistet hiezu das Dendrometer als Winkelmesser und Horizontalreduktor seine ersten Dienste.

Fig. 15.

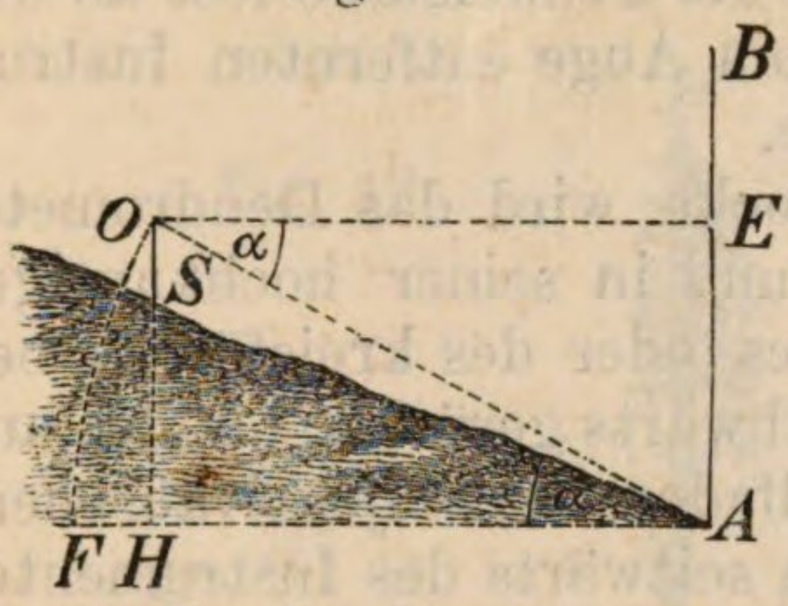


Visirt man nämlich auf dem Berghange *SA* Fig. 15 von einem beliebigen, in der Richtung der zu messenden Linie gelegenen Punkte *S*, mit dem Dendrometer von *O* nach *C* (dem in der Instrumenhöhe gelegenen Punkte am Baume), so ist der beobachtete Tiefenwinkel $a = \alpha$ d. i. gleich der Neigung der Fläche *SA* gegen den Horizont $AH = OE$. Denkt man sich mit der schiefen Länge $SA = 1$ den Bogen *SF* beschrieben, so ist $SH = sin.\,\alpha$ und $AH = cos.\,\alpha$. Es gibt daher, laut der im §. 9 gegebenen Erläuterung, die bei der Beobachtung des Winkels a genommene Ablesung an der Senkelskale, wo dieselbe

von der zur verjüngten Standlinie gehörigen Höhenskale durchschnitten wird, die zu messende schiefe Länge im verjüngten Maasse an. Soll z. B. auf dem Hange SA die horizontale Standlinie $OE = HA$ mit 40′ gemessen werden und zeigt das Dendrometer den Winkel $a = \alpha$ zu 20^0, so wird die Senkelskale von der zur verjüngten Standlinie 40 gehörigen Höhenskale bei 42,5 durchschnitten und es sind daher auf der schiefen Fläche SA, 42,5′ im wirklichen Maasse aufzutragen.

Nimmt man die Ablesung an der Senkelskale für den obigen Winkel bei der Standlinie 100, so findet man 106,5 und will man diese auf die Standlinie 40 zurückführen, so ergibt sich (laut §. 7 Anmerkung) $106{,}5 \times 0{,}4 = 42{,}6'$ mithin nahezu dasselbe Resultat wie oben.

Fig. 16.



Noch einfacher, daher auch schneller ist die Messung der Standlinie auf einer schiefen Fläche mit der Messschnur nach der in Fig. 16 dargestellten Methode. Man visirt von ***O*** nach dem Fusspunkt ***A*** des Baumes und nimmt für den beobachteten Winkel $a = \alpha$ die Ablesung für die schiefe Linie ***AO*** auf der Senkelskale bei der gewählten und zu messenden Standlinie. Fasst man hierauf die bei ***A*** von einem Gehilfen gehaltene oder daselbst befestigte Messschnur in der vor der Senkelskale im verjüngten Maasse angezeigten Länge und spannt dieselbe bis zur Augenhöhe (der gewöhnlichen Instrumentenhöhe) mässig aus, so entspricht die schiefe Linie ***AO*** als Halbmesser des Winkels a, dem dazu gehörigen Cosinus ***AH*** oder der horizontalen Standlinie.

Mit Benützung der Durchmesserskale liesse sich zwar ebenfalls die Messung schiefer Linien, beziehungsweise deren Zurückführung auf die horizontale Projektion, nach einer anderen Methode ausführen, welche aber viel aufhältlicher, daher unpraktisch und zugleich weniger genau ist.

b. Messen der Baumhöhen überhaupt.

§. 11.

Ist die Standlinie in der gewählten Richtung und Länge gemessen, so kann zur Bestimmung der Höhe eines Baumes geschritten werden. Zu diesem Behufe stellt man sich auf den einen, dem Baume gegenüber liegenden Endpunkt der gemessenen Standlinie, bringt das Instrument in die hochkantige Lage und visirt mit dem an der oberen Kante befindlichen Höhenvisirmittel zuerst nach dem Fusspunkt und dann nach dem Scheitelpunkt des Baumes. Die bei der gemessenen Standlinie an der dazu gehörigen Höhenskale genommenen Ablesungen geben nach der im §. 3 und Anmerkung §. 9 angeführten einfachen Regel, entweder in ihrer Summe oder Differenz die Höhe des Baumes.

Bei dieser Höhenmessung kann zwar das Dendrometer in manchen Fällen mit freier Hand angewendet werden. Bequemer

und verlässlicher bleibt aber immer der Gebrauch desselben mit dem im §. 6 angegebenen Stativstocke. Insbesondere lassen sich die später angeführten Aufgaben 5 und 6 und überhaupt solche Höhenmessungen, bei welchen es sich darum handelt, die Lage eines Punktes in einer gegebenen Höhe am Baume zu bestimmen, nur mit Anwendung des Stativs lösen.

Beim Gebrauche ohne Stativ wird das Instrument mit der rechten Hand möglichst nahe und derart an das Auge gehalten, dass die Senkelskale mit dem daran hängenden Lothe während der Abnahme einer Visur frei spielen kann und der anvisirte Punkt von dem Horizontalfaden des zum Höhenmessen dienenden Objektivabsehens geschnitten wird. Ist der Senkel zur Ruhe gekommen, so neigt man das Instrument, ohne die Visirrichtung zu ändern, langsam gegen die rechte Seite, drückt die Senkelskale fest an die Seitenfläche und nimmt nun an dem vom Auge entfernten Instrumente die Ablesung an der Höhenskale.

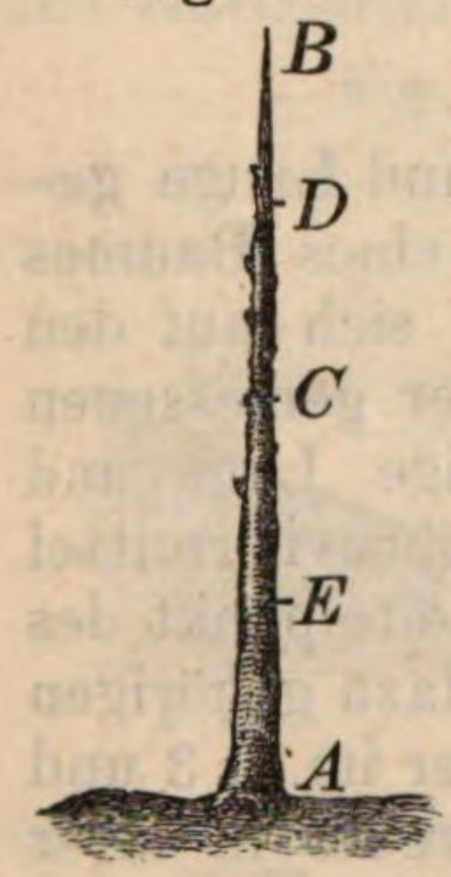
Beim Gebrauche mit dem Stativstocke wird das Dendrometer auf den Kopf desselben aufgesteckt und in seiner hochkantigen Lage vermittelst des Hülsen-Charnieres oder des kreisförmig beweglichen Ansatzes so weit auf- oder abwärts gerückt, bis der anzuvisirende Punkt von dem Horizontalfaden des Objektivabsehens geschnitten wird. Stellt man sich dann seitwärts des Instrumentes und wartet bis der Senkel zur Ruhe gekommen ist, so kann die Ablesung an der Höhenskale sehr bequem und verlässlich geschehen.

c. Spezielles Verfahren bei der Höhenmessung.

§. 12.

Das spezielle Verfahren bei der Baumhöhenmessung wird in nachfolgenden Aufgaben näher erläutert.

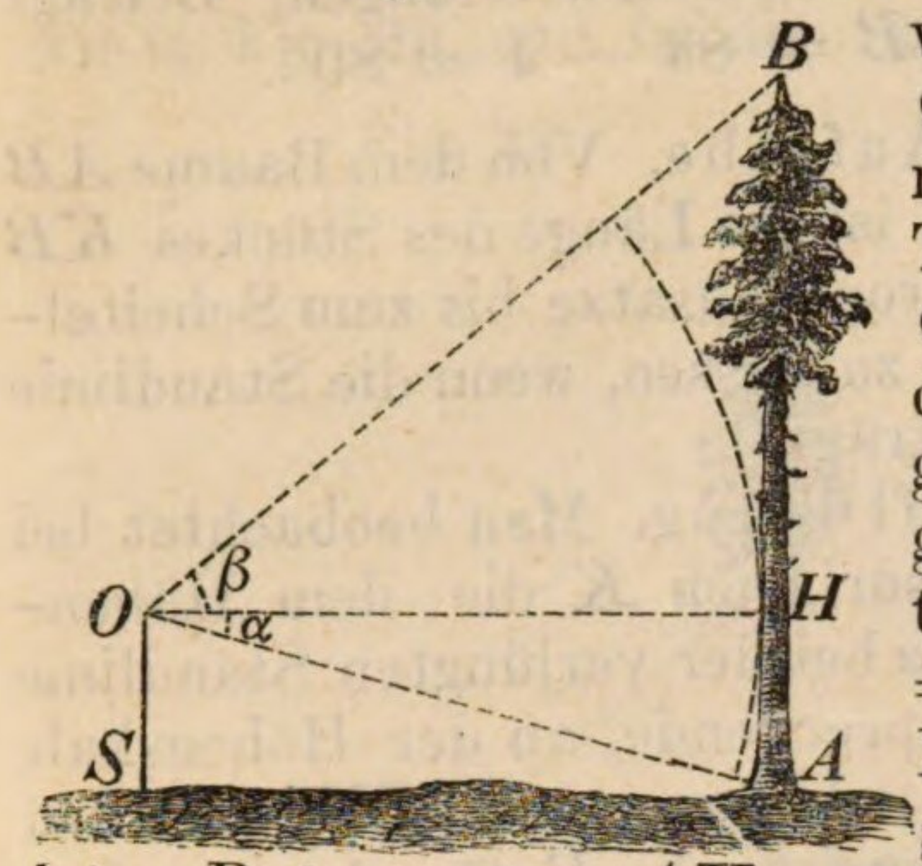
Fig. 17.



Zur einfachen Bezeichnung der einzelnen Messpunkte eines Stammes sind mit Bezug auf Fig. 17 folgende Ausdrücke gewählt: *A* der Fusspunkt, *B* der Scheitelpunkt, der Abstand dieser Punkte oder die ganze Höhe *AB* des Baumes die Scheitelhöhe, der Punkt *C* in der halben Scheitelhöhe die Hauptmitte, der unterhalb gelegene Stammtheil *AC* der Unterstamm, der oberhalb gelegene Theil *CB* der Oberstamm, der Punkt *E* in der Mitte des Unterstammes ($^1/_4$ der Scheitelhöhe) die Untermitte, und der Punkt *D* in der Mitte des Oberstammes ($^3/_4$ der Scheitelhöhe) die Obermitte.

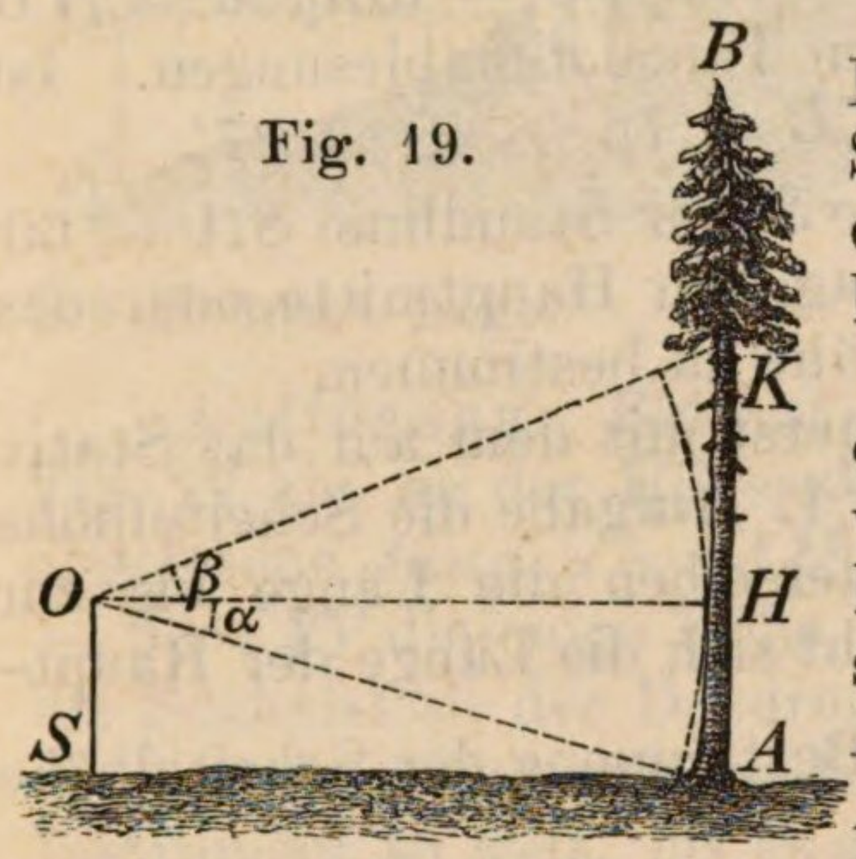
1. Aufgabe. Es ist aus dem Standpunkte *S* Fig. 18 der horizontal gemessenen Standlinie $AS = 40'$, die Scheitelhöhe *AB* eines Baumes zu bestimmen.

Fig. 18.



Auflösung. Man beobachtet vom Standpunkte S durch die Visur OA nach dem Fusspunkt des Baumes die zum Tiefenwinkel α gehörige Tangente AH, ferner durch die Visur OB nach dem Scheitelpunkt, die zu dem Höhenwinkel β gehörige Tangente BH an der zur Standlinie 40 gehörigen Höhenskale des Instrumentes, so ist $AB = tang\ \alpha + tang.\ \beta = AH + HB$, d. h. die Höhe des Baumes gleich der Summe der Tangentenablesungen an der Höhenskale. Ist z. B. $tang.\ \alpha = AH = 5'$ und $tang.\ \beta = HB = 75'$, so ist die Scheitelhöhe $AB = 5 + 75 = 80'$.

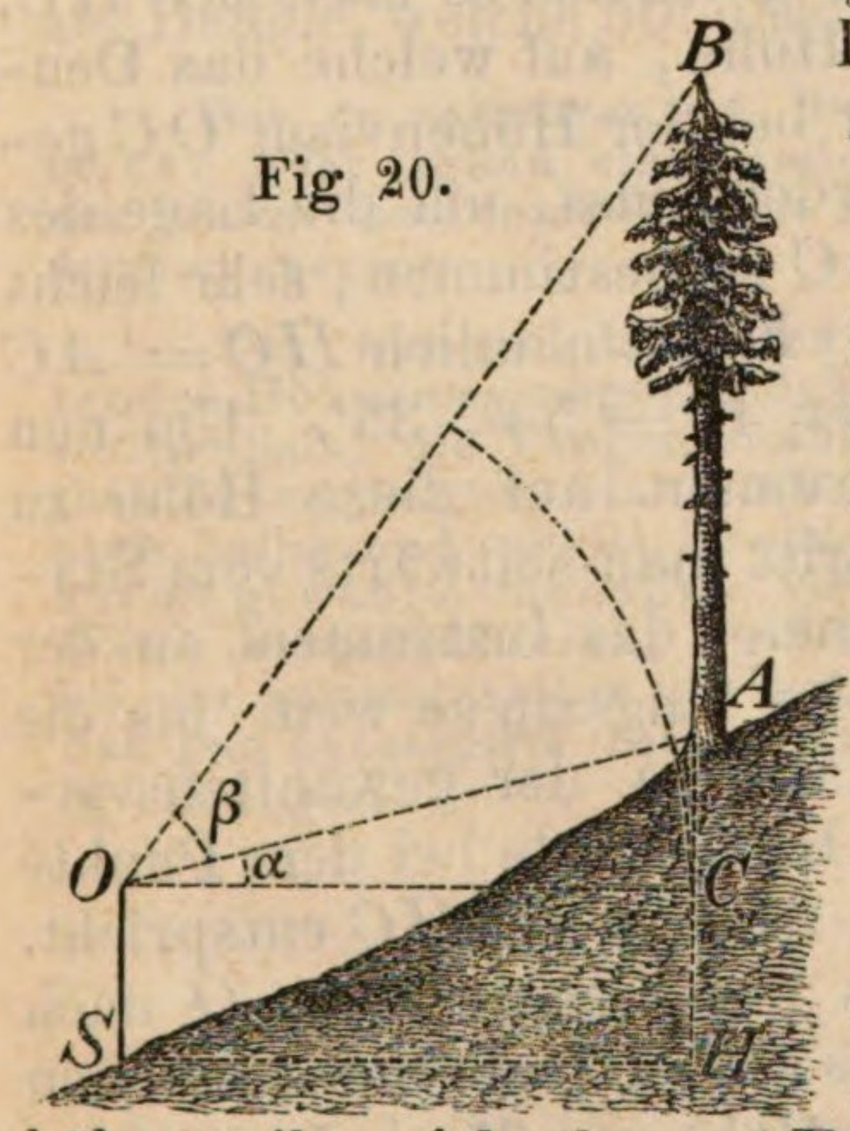
Fig. 19.



2. Aufgabe. Es ist von dem Baume AB Fig. 19 die Höhe des Schaftstückes AK zu bestimmen, wenn die zu diesem Behufe gemessene Standlinie $AS = 60'$ beträgt.

Auflösung. Man beobachtet für den Tiefenwinkel α und den Höhenwinkel β die bei der verjüngten Standlinie 60 auf der dazu gehörigen Höhenskale angegebenen Tangenten AH und HK, so ist die Höhe des Schaftstückes $AK = tang.\ \alpha + tang.\ \beta = AH + HK$ oder der Summe der beiden Tangenten-Ablesungen an der Höhenskale. Ist $AH = 5'$, und $HK = 48'$, so beträgt $AK = 5 + 48 = 53'$.

Fig 20.

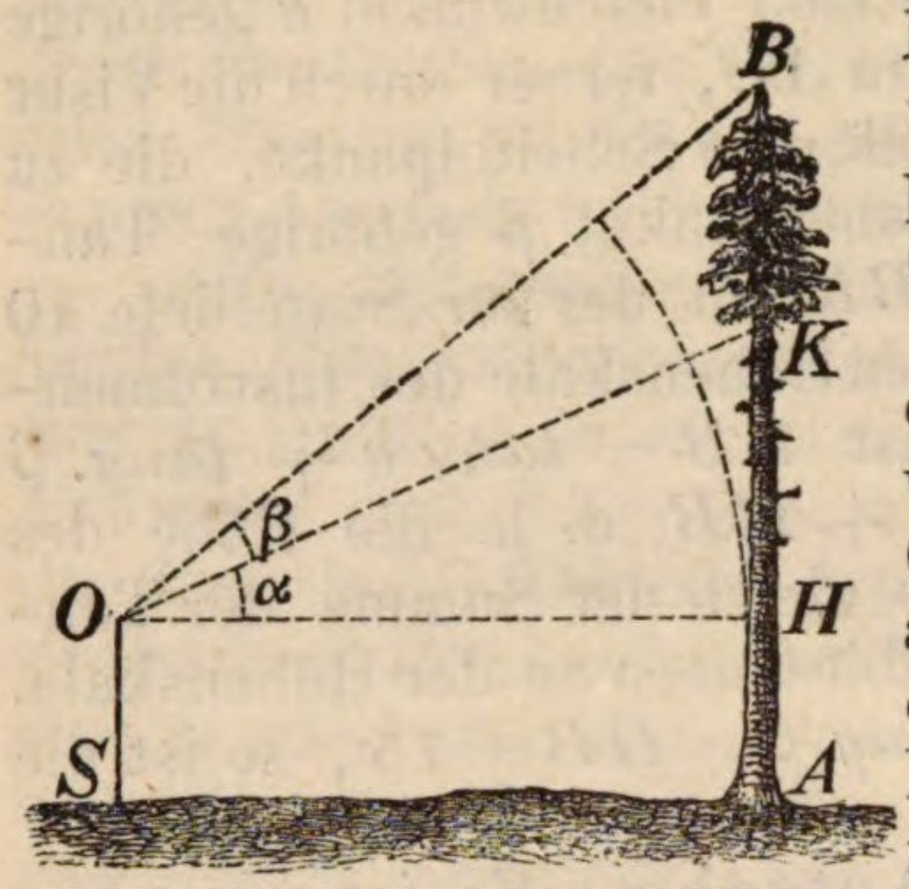


3. Aufgabe. Von dem tiefer als der Fusspunkt A des Baumes gelegenen Standpunkte S der horizontal gemessenen Standlinie AS von 60', Fig. 20, ist die Höhe AB des Baumes zu bestimmen.

Auflösung. Man visirt wie im vorigen Beispiele von O nach dem Fusspunkt A und nimmt für den Höhenwinkel α die zur verjüngten Standlinie 60 gehörige Tangentenablesung; ebenso auch bei der Visur nach B für den zweiten Höhenwinkel β. Die Scheitelhöhe ergibt sich dann $AB = tang.\ \beta - tang.\ \alpha = CB - AC$,

d. h. aus der Differenz der beiden Tangentenablesungen. Beträgt $CB = 84'$ und $AC = 4'$, so ist $AB = 84 - 4 = 80'$.

Fig. 21.



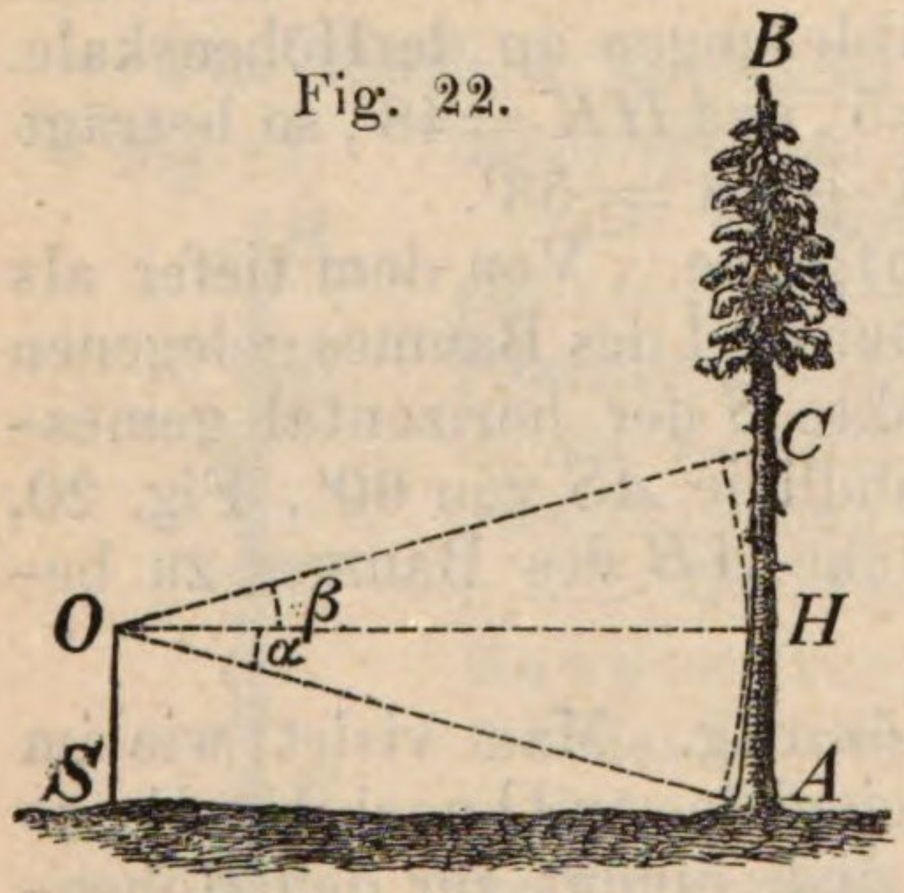
4. Aufgabe. Von dem Baume AB Fig. 21 ist die Länge des Stückes KB vom Kronenansatze bis zum Scheitelpunkte zu messen, wenn die Standlinie $60'$ beträgt.

Auflösung. Man beobachtet bei der Visur nach K die dem Höhenwinkel α bei der verjüngten Standlinie 60 entsprechende, an der Höhenskale abzulesende *tang.* $\alpha = HK$, und bei der Visur nach B für den zweiten Höhenwinkel die *tang.* $\beta = HB$, so ist $BK = tang.\ \beta - tang.\ \alpha = HB - HK$, d. h. der Differenz der beiden Tangentenablesungen. Ist $HB = 76'$ und $HK = 48$, so ist $KB = 75 - 48 = 27'$.

5. Aufgabe. Vom Standpunkte S der Standlinie $SA = 60'$ ist an dem Baume AB Fig. 22 die Lage der Hauptmitte oder des Punktes C in der Mitte der Scheitelhöhe zu bestimmen.

Auflösung. Man bestimmt zuerst mit dem auf das Stativ aufgesteckten Instrumente wie in der 1. Aufgabe die Scheitelhöhe AB und hieraus durch Halbirung derselben die Länge bis zur Hauptmitte. Ist $AB = 80'$, so ergibt sich die Länge der Hauptmitte $AC = \frac{80}{2} = 40'$. Wurde zur Bestimmung der Scheitelhöhe

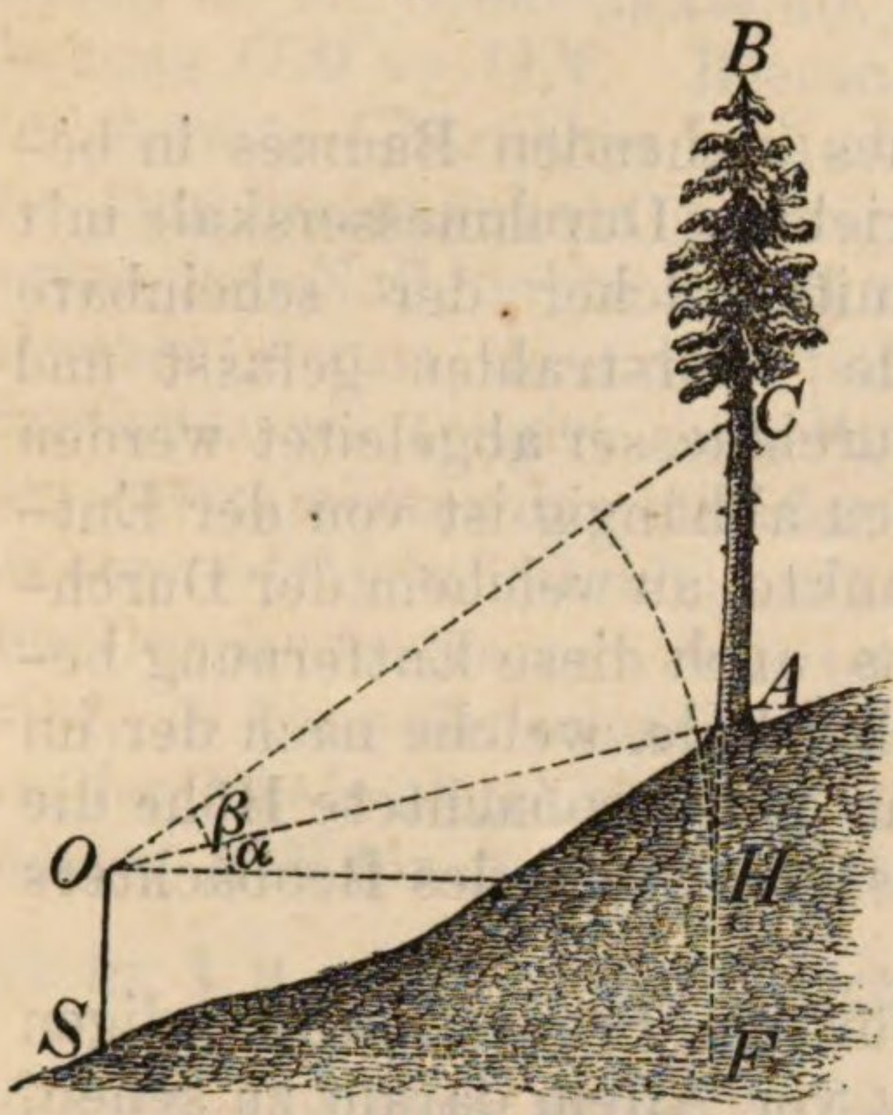
Fig. 22.



bei der Visur nach A die *tang.* $\alpha = AH = 5'$ gefunden, so lässt sich HC, d. i. die Höhe, auf welche das Dendrometer bei der Höhenvisur OC gestellt werden muss, um die Lage des Punktes C zu bestimmen, sehr leicht ableiten. Es ist nämlich $HC = AC - AH = 40 - 5 = 35'$. Um nun das Instrument auf diese Höhe zu stellen, tritt man seitwärts vom Stative und neigt das Instrument an der Okularseite langsam so weit, bis die Senkelskale bei der gewählten verjüngten Standlinie 60 die dazu gehörige Höhenskale bei dem Punkte 35 durchschneidet, welche Höhe der *tang.* $\beta = HC$ entspricht. Visirt man hierauf bei dieser Lage des Instrumentes von O nach C, so weiset der Horizontalfaden des Objektivabsehens auf den Punkt C der Haupmitte oder auf die Höhe von $35 + 5 = 40'$.

Liegt der Standpunkt S tiefer als der Fusspunkt A des Baumes, wie in Fig. 23, und ist die Standlinie $SF = OH$ auf der schiefen Fläche SA horizontal gemessen, so ist zur Bestimmung des Punktes C in ähnlicher Weise vorzugehen wie früher. Ist $AB = 80'$, so beträgt $AC = 40'$. Wurde bei der Visur OA nach dem höher gelegenen Fusspunkte die *tang.* $\alpha = AH = 4'$ gefunden, so ergibt sich $HC = HA + AC = 4 + 40 = 44'$, d. h. das Instrument muss, um bei der Visur OC auf den Punkt C der Hauptmitte hinzuweisen, auf die *tang.* $\beta = HC = 44'$ gestellt werden.

Fig. 23.



des Baumes liegt.

6. Aufgabe. Es ist bei einer gemessenen Standlinie SA von $40'$ die Lage des Punktes C zu bestimmen, welcher $50'$ über den Fusspunkt A des Baumes liegt.

Auflösung. Beträgt bei der Visur nach dem Fusspunkte A Fig. 22 die an der Höhenskale bei der verjüngten Standlinie 40 abgelesene *tang.* $\alpha = AH = 5'$, so ist $HC = 50 - AH = 50 - 5 = 45'$ diejenige Höhe, auf welche bei der Visur von O nach C die Senkelskale des Dendrometers an der zur verjüngten Standlinie 40 gehörigen Höhenskale hinweisen muss. Neigt man daher das Instrument so weit, bis es auf die Tangente 45 zeigt, so ist $AC = AH + HC = 45 + 5 = 50'$, mithin der Punkt C diejenige Stelle am Baume, welche $50'$ über A liegt.

Wie zu verfahren ist, wenn die Lage der Untermitte, der Obermitte oder irgend eines anderen in bestimmter Höhe gelegenen Punktes am Baume bestimmt werden soll, geht aus den Aufgaben 5 und 6 ohnehin deutlich hervor.

Um übrigens bei allen nach den vorstehenden Aufgaben auszuführenden Höhenmessungen möglichst scharfe Resultate zu erhalten, ist es sehr vortheilhaft, die Tangentenablesungen bei der in einzelne Einheiten eingetheilten verjüngten Standlinie 100 oder 20 zu nehmen, bei welchen selbst noch halbe und viertel Theile geschätzt werden können, und die Resultate auf die gewählte Standlinie von 40, 60 oder 80 nach der im §. 7 angegebenen Weise zurückzuführen. Beobachtet man diese Vorsicht und geht überhaupt bei der ganzen Arbeit mit der nöthigen Aufmerksamkeit zu Werke, so gibt das gut konstruirte Instrument die Baumhöhen mit einer Genauigkeit von ¼ bis 1% an.

B. Das Dendrometer als Baumstärkenmesser.

a. Messen der Baumstärken überhaupt.

§. 13.

Zur Bestimmung der Stärke eines stehenden Baumes in beliebiger Höhe dient die im §. 8 beschriebene Durchmesserskale mit dem dazu gehörigen Visirmittel, mit welcher der scheinbare Durchmesser zwischen zwei tangirende Visirstrahlen gefasst und gemessen und hieraus der wirkliche Durchmesser abgeleitet werden kann. Da aber die Grösse des ersteren abhängig ist von der Entfernung des Beobachters bis zu dem Punkte, an welchem der Durchmesser ermittelt werden soll, so muss auch diese Entfernung bestimmt werden. Hiezu dient die Senkelskale, welche nach der im §. 4 und 8 gegebenen Erläuterung für jede beobachtete Höhe die schiefe Entfernung des Höhenpunktes vom Auge des Beobachters angibt.

Um die Durchmesser mit der für die Praxis nothwendigen Genauigkeit ermitteln zu können, ist vor Allem darauf zu sehen, dass diese schiefe Entfernung nicht zu gross ist, da für grössere Distanzen von 80′ und darüber die stärkeren Durchmesser nur mehr bis zu einer Genauigkeit von 0,4 — 0,5″ abgelesen werden können, wie aus den in der Tafel I angegebenen, den grössern Entfernungen und grössern scheinbaren Durchmessern entsprechenden Baumstärken ersichtlich ist. War man daher gezwungen, für die Bestimmung der Scheitelhöhe eines Baumes eine grössere Standlinie von 80 oder 100 Fuss zu wählen, weil nur bei dieser der Scheitelpunkt gut sichtbar war, oder weil die bedeutende Höhe des Baumes die Wahl einer langen Standlinie erforderte, und soll dann der Durchmesser des Baumes an irgend einem oder an mehreren Punkten gemessen werden, so ist es rathsam, auf eine kleinere Standlinie von 60 oder 40′ vorzutreten und von da aus die Höhenlage der betreffenden Durchmesser zu bestimmen, für welche sich dann bei der kürzeren Standlinie auch kleinere schiefe Entfernungen ergeben.

Beim Gebrauche des Dendrometers zum Messen der Baumstärke ist es unerlässlich, dasselbe auf den Stativstock aufzustecken, denn aus freier Hand kann der scheinbare Durchmesser nie mit der für den fraglichen Zweck erforderlichen Genauigkeit abgenommen werden. Ein bei der Ermittlung der Stärke begangener Fehler hat insbesondere bei der Baumkubirung einen viel grösseren Einfluss, als ein bei der Höhenmessung unterlaufener Irrthum, weil die Stärke nach dem Verhältnisse des Quadrates der Durchmesserzahl einwirkt.

Um den Durchmesser *MN* eines Baumes Fig. 24 in beliebiger Höhe zu messen, stellt man sich mit dem auf das Stativ aufgesteckte Dendrometer im Punkte *S* der gewählten Standlinie

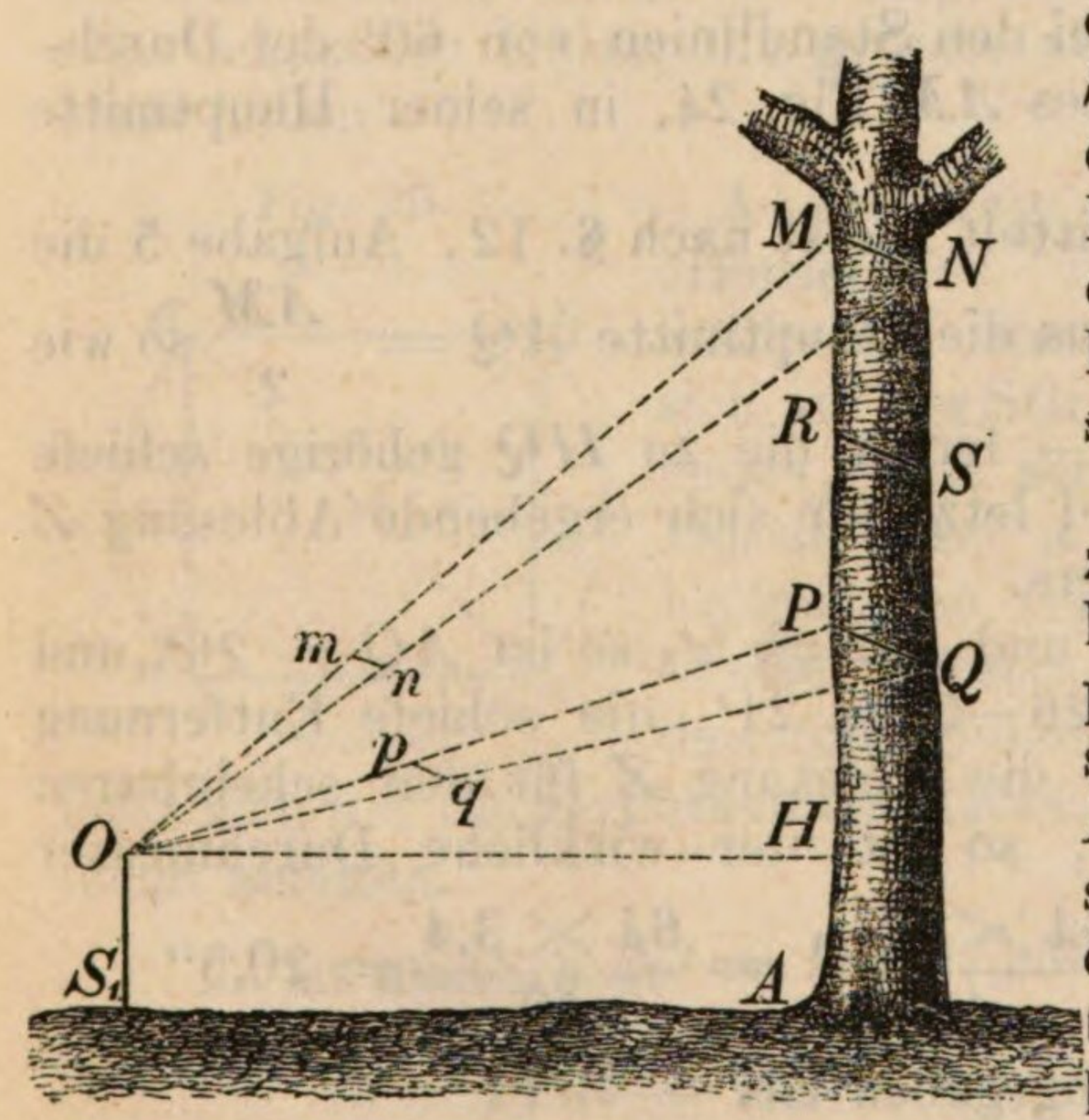
auf, visirt in der hochkantigen Lage desselben nach dem Punkte *M* und bestimmt nach der im §. 3 und 9 angegebenen, dann im §. 12 für verschiedene Fälle angewendeten Regel die Höhe *HM* und nimmt an der Senkelskale die zu dieser Höhe gehörige schiefe Entfernung $OM = ON$. Hierauf bringt man das Instrument mittelst des Ansatz-Charnieres in die breitseitige Lage, visirt durch die für die Durchmesserskale gehörige Okularöffnung *O* und richtet den unter dem Nullpunkte der Skale befestigten Theil *m* des Objektivabsehens derart, dass der Visirstrahl *OM* den Punkt *M* des Baumdurchmessers tangirt. Stellt man endlich bei unverrückter Lage des Instrumentes das mit der Mikrometerschraube in Verbindung stehende Objektivabsehen *n* so ein, bis auch der zweite Punkt *N* des Durchmessers von dem tangirenden Visirstrahle *ON* getroffen wird, so kann der scheinbare Durchmesser *mn* mittelst des Nonius an der Skale abgelesen und der hiezu gehörige wirkliche Durchmesser *MN* für die bereits bekannte schiefe Entfernung *OM* nach der im §. 8 entwickelten Gleichung $MN = OM \cdot \frac{Z}{10}$ bestimmt, oder aus der nach derselben berechneten Tafel I. unmittelbar entnommen werden.

b. Specielles Verfahren bei der Baumstärkenmessung.

§. 14.

Das Verfahren bei der Baumstärkenmessung für verschiedene in der forstlichen Praxis vorkommende Fälle, ist in folgenden Aufgaben näher angegeben:

Fig. 24.



1. Aufgabe. Es ist bei der gemessenen Standlinie *SA* Fig. 24 von 60′ von dem Baumschafte *AM* ohne Rücksicht auf seine Höhe, der Durchmesser *MN* am Kronen-Ansatze zu bestimmen.

Auflösung. Man visirt zuerst mit dem in der hochkantigen Lage im Standpunkte *S* aufgestellten Instrumente nach der Stelle *MN* des Baumes, liest die schiefe Entfernung *OM* auf der Senkelskale bei der betreffenden verjüngten Standlinie ab, beobachtet hierauf

mit dem auf die Breitseite gelegten Instrumente den scheinbaren Durchmesser *mn* und nimmt die bezügliche Ablesung *Z* auf der Durchmesserskale.

Beträgt z. B. bei der Standlinie 60′ die schiefe Entfernung $OM = 77$, und die Ablesung *Z* auf der Durchmesserskale $2^2/_{20} = 2{,}1$, so ist der wirkliche Durchmesser nach der Gleichung

$$MN = OM \cdot \frac{Z}{10} = \frac{77 \times 2^2/_{20}}{10} = \frac{77 \times 2,1}{10} = 16{,}1''$$

In der Tafel I ist für den scheinbaren Durchmesser von $2^2/_{20}$, und für die schiefe Entfernung von 77′, der wirkliche Durchmesser ebenfalls mit 16,1″ angegeben, kann daher wie in jedem anderen Falle unmittelbar aus derselben entnommen werden.

2. Aufgabe. Es ist bei der Standlinie von 60′ die Höhe des Baumschaftes *AM* Fig. 24 bis zum Kronenansatze und der Durchmesser *MN* an dieser Stelle zu messen.

Auflösung. Man bestimmt die Höhe *AM* des Baumschaftes nach der 1. Aufgabe §. 12 durch die Visuren nach *A* und *M* und beobachtet bei der letzteren zugleich die von der Senkelskale angezeigte schiefe Entfernung *OM*.

Beträgt bei der angenommenen Standlinie das Höhenstück $AH = 4'$ und $HM = 48$, so ist die Schafthöhe $AM = AH + HM = 4 + 48 = 52$ und die zur Höhe *HM* gehörige schiefe Entfernung $OM = 77$. Fasst man nun in dieser Entfernung mit dem auf die Breitseite gelegten Instrumente den scheinbaren Durchmesser *mn*, und zeigt die Ablesung *Z* auf der Durchmesserskale $2^2/_{20}$, so gibt die Tafel wie im vorigen Falle den Durchmesser *mn* mit 16,1″.

3. Aufgabe. Es ist bei den Standlinien von 60′ der Durchmesser *PQ* des Baumschaftes *AM* Fig. 24, in seiner Hauptmitte zu bestimmen.

Auflösung. Man ermittelt zuerst nach §. 12, Aufgabe 5 die ganze Höhe *AM* und hieraus die Hauptmitte $AQ = \frac{AM}{2}$ so wie die Lage des Punktes *Q*; — ferner die zu *HQ* gehörige schiefe Entfernung *OQ*, und die bei letzterer sich ergebende Ablesung *Z* des scheinbaren Durchmessers.

Wäre z. B. $AM = 52$ und $AH = 5'$, so ist $AQ = 26'$, und für $HQ = AQ - AH = 26 - 5 = 21'$, die schiefe Entfernung $OQ = 64'$; beträgt ferner die Ablesung *Z* für den scheinbaren Durchmesser $3^8/_{20} = 3{,}4$, so ist der wirkliche Durchmesser

$$PQ = OQ \cdot \frac{Z}{10} = \frac{64 \times 3^8/_{20}}{10} = \frac{64 \times 3,4}{10} = 20{,}5''$$

wie er auch in der Tafel I angegeben ist.

4. Aufgabe. Zur Ausführung eines Baues ist ein Stamm erforderlich, welcher eine Länge von 40′, und am dünneren Ende eine nackte Rundholzstärke (Durchmesser ohne Rinde) von 17″ hat. Es soll nun ein vorläufig hiezu ausgewählter Stamm auf die obige Beschaffenheit untersucht, und dabei die einfache Rindendicke mit $^3/_4$″, mithin an beiden Seiten des Baumdurchmessers mit $1^1/_2$″ gerechnet werden.

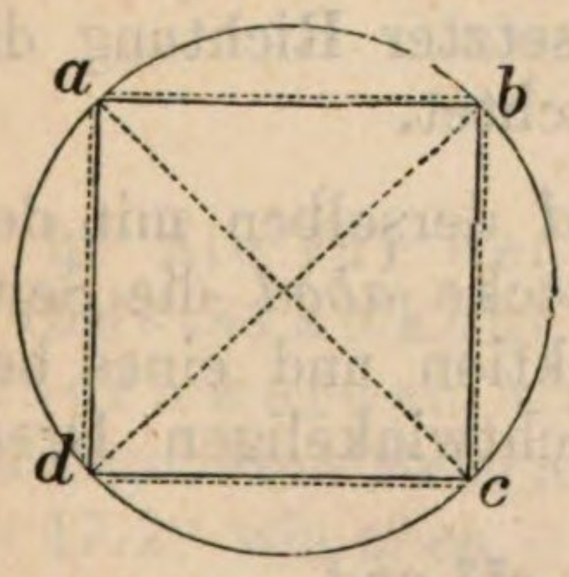
Auflösung. Man sucht zu diesem Behufe nach §. 12, Aufgabe 6, bei einer gewählten Standlinie von, z. B. 40′, die Lage des Punktes R Fig. 24 für die gegebene Länge von $AR = 40'$ und für die dazu gehörige schiefe Entfernung OR die Ablesung Z für den scheinbaren Durchmesser. Ist $AH = 5'$, so beträgt $HR = AR - AH = 40-5 = 35'$ und die dazu gehörige schiefe Entfernung $OR = 53'$; — wurde ferner der scheinbare Durchmesser $Z = 3^{11}/_{20} = 3.55$ gefunden, so ist der wirkliche Durchmesser

$$RS = OR\,\frac{Z}{10} = \frac{53 \times 3^{11}/_{20}}{10} = \frac{53 \times 3{,}55}{10} = 18{,}8''.$$

Es hat daher der ausgewählte Stamm nach Abschlag der doppelten Rindenstärke von $1^1/_2$″, die nackte Rundholzstärke von $18{,}8 - 1{,}5 = 17{,}3$″, und entspricht mithin reichlich der gestellten Anforderung.

5. Aufgabe. Es ist ein stehender Baumstamm auszuwählen, welcher bei der im vorigen Beispiele angegebenen Länge von 40′, einen scharfkantig zugehauenen, quadratischen Balken von 12″ gibt, der als Hängesäule oder Stützpfeiler dienen soll, für welchen Zweck die quadratische Form die entsprechendste ist, da bei derselben alle behauenen Hölzer die grösste absolute und respektive Tragkraft haben.

Fig. 25.



Auflösung. Um die für diesen Balken erforderliche Rundholzstärke des auszuwählenden Stammes zu finden, denkt man sich auf der Stirnfläche des dünneren Stammendes, zwei senkrecht aufeinander gestellte Durchmesser $a\,c$ und $d\,b$ Fig. 25, mit ihren Endpunkten verbunden. Aus dem auf diese Weise konstruirten Quadrate $abcd$, und dadurch gebildeten rechtwinkeligen Dreiecken lässt sich der als Hypothenuse erscheinende Durchmesser $d\,b = a\,c$ leicht ableiten.

Es ist nämlich $db^2 = cd^2 + cb^2 = 2\,cd^2$ und

$$1)\ db = cd\,\sqrt{2} = cd \times 1{,}414,$$

d. h. man findet die für einen quadratischen Balken erforderliche nackte Rundholzstärke db, wenn man die gegebene Quadratseite cd des Balkens mit 1,414 multiplicirt. In der gestellten Aufgabe ist $cd = 12''$, mithin $db = 12 \times 1{,}414 = 16{,}96$ oder nahezu 17". Es würde mithin der nach der 4. Aufgabe ausgewählte Stamm für den fraglichen Zweck verwendbar sein.

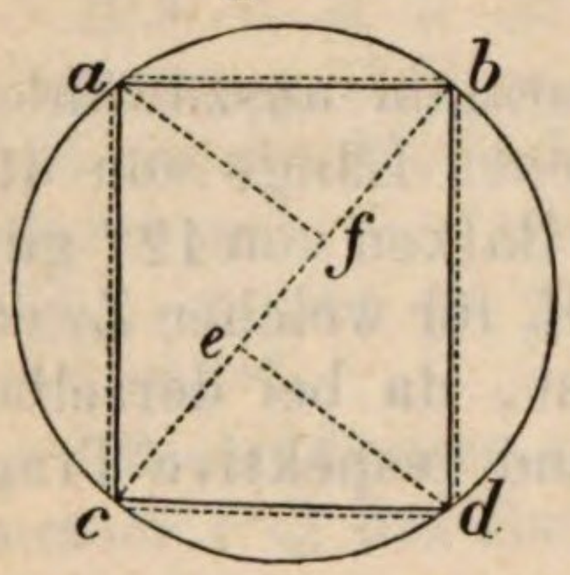
Ebenso leicht lässt sich auch die Stärke des quadratischen Balkens ermitteln, welcher aus einem Stamme von bekanntem Durchmesser gezimmert werden kann. Bestimmt man aus der obigen Gleichung $db^2 = 2cd^2$ die Quadratseite cd, so ist

$$2)\ cd = db \surd \tfrac{1}{2} = db \times 0{,}707$$

d. h. die Seite cd des quadritischen Balkens wird gefunden, wenn man die nackte Rundstärke db des Baumes mit 0,707 multiplizirt. Setzt man in diese Gleichung die in der 4. Aufgabe gefundene Stärke von 17,3" des ausgewählten Stammes, so ist $cd = 17{,}3 \times 0{,}707 = 12{,}2''$, mithin nahezu die verlangte Quadratseite.

6. Aufgabe. Es ist zu ermitteln, ob der nach Aufgabe 4 ausgewählte Stamm von 40′ Länge und 17,3" nackter Rundstärke am dünneren Ende, einen scharfkantig zugehauenem horizontalen Tragbalken von grösster Tragfähigkeit gibt, dessen Höhenkante 14" betragen soll.

Fig. 26.



Auflösung. Nach den Gesetzen der Mechanik besitzt ein an seinen Enden mehr oder weniger horizontal aufliegender Balken die grösste Tragfähigkeit (relative Stärke), wenn, wie in Fig. 26 die Breite cd (Auflegekante) zur Höhe db (Trag- oder Höhenkante) sich verhält wie 5 : 7. Ein Rechteck von dieser Beschaffenheit lässt sich auf der Stirnfläche eines Stammes dadurch konstruiren, dass man den Durchmesser cb in drei gleiche Theile theilt, und in den Theilungspunkten e und f in entgegengesetzter Richtung die Senkrechten ed und fa gegen den Umfang errichtet.

Verbindet man die Endpunkte a und d derselben mit den Endpunkten cb, so verhält sich in dem Rechtecke $abcd$ die Seite $cd : db = 5 : 7$; denn vermöge der Konstruktion und eines bekannten geometrischen Satzes ist in dem rechtwinkeligen Dreiecke cdb:

$$cd^2 = ce \,.\, cb = \tfrac{1}{3}\, cb \,.\, cb = \tfrac{1}{3}\, cb^2 \text{ und}$$
$$db^2 = eb \,.\, cb = \tfrac{2}{3}\, cb \,.\, cb = \tfrac{2}{3}\, cb^2;$$

es verhält sich daher:

$$cd^2 : db^2 = \tfrac{1}{3}\, cb^2 : \tfrac{2}{3}\, cb^2 \text{ oder}$$

$$cd : db = \begin{cases} cb\sqrt{1/3} : cb\sqrt{2/3} \\ \sqrt{1} : \sqrt{2} \\ 1 : 1{,}414 \text{ oder nahezu wie} \\ 10 : 14 \\ 5 : 7 \end{cases}$$

Hieraus ergibt sich $cd = db \cdot 5/7$ d. h. wenn die Tragkante db eines Balkens gegeben ist, so beträgt die Auflegekante $5/7$ Theile der ersteren.

Um nun für den tragfähigsten Balken von 14″ Höhenkante die erforderliche Rundstärke des Baumes zu finden, bestimmt man aus dem rechtwinkeligen Dreiecke cdb die Hypothenuse:

$$1)\ cb = \sqrt{cd^2 + db^2}$$

und substituirt für cd und db die Zahlenwerthe. Für den gegebenen Fall ist $db = 14''$ und $cd = 14 \times 5/7 = 10''$, daher

$$cb = \sqrt{10^2 + 14^2} = 17{,}2''.$$

Es würde mithin der ausgewählte Baumstamm von 17,3″ Rundstärke am dünneren Ende für den fraglichen Balken verwendbar sein.

Allgemein lässt sich auch für den tragfähigsten Balken, dessen Höhenkante gegeben ist, die erforderliche Rundstärke bestimmen, wenn man in der obigen Gleichung für $cd = 5/7\ db$ setzt. Es ist dann:

$$\begin{aligned} 2)\ cb &= \sqrt{(5/7\ db)^2 + db^2} \\ &= \sqrt{25/49\ db^2 + db^2} \\ &= \sqrt{\frac{25\ db^2 + 49\ db^2}{49}} \\ &= \sqrt{\frac{74\ db^2}{49}} \\ &= db \times 1{,}229, \end{aligned}$$

d. h. die für den tragfähigsten Balken erforderliche Rundstärke kann aus der gegebenen Höhenkante db gefunden werden, wenn man letztere mit 1,229 multiplizirt. Im gegebenen Beispiele ist $db = 14''$, mithin $cb = 14 \times 1{,}229 = 17{,}2''$ wie oben.

Bestimmt man aus der Gleichung 2) $cb = db \times 1{,}229$ die Tragkante db, so ist:

$$db = cb \times \frac{1}{1{,}229} = cb \times 0{,}813,$$

d. h. die Höhenkante des tragfähigsten Balkens kann aus der gegebenen Rundstärke db eines Baumes gefunden werden, wenn man letztere mit 0,813 multiplizirt.

Dass auch für jeden anderen Vierkant von gegebener Breite und Höhe die erforderliche Rundstärke oder aus der letzteren und einer Seite des Vierkantes, die zweite Seite bestimmt werden kann, ist leicht einzusehen, da man in der Gleichung 1) $cb^2 = cd^2 + db^2$ nur die gegebenen Zahlenwerthe zu substituiren braucht.

Nach diesen in den vorstehenden Aufgaben 5 und 6 entwickelten Gleichungen sind in den neuen holzwirthschaftlichen Tafeln von M. R. Pressler, Dresden 1857, und zwar in der Walzentafel I, die den Durchmessern oder Umfängern (Rundstärken) entsprechenden Angaben für die quadratischen und tragfähigsten Balken, sowie auch die Tafel III zur Ablesung der Rundholzstärken vierkantig behauener Hölzer berechnet.

Ist es gestattet, die Balken rundkantig, d. h. so zu behauen, dass die Kanten von abgerundeten Flächen der nackten Rundstärke gebildet werden, wie in der Fig. 25 uud 26 durch die punktirten Linien des Vierkantes angedeutet ist, so können die nach Aufgabe 5 und 6 gefundenen Durchmesser für je 1″ Baumkante vermindert werden:

a. Bei ziemlich gleichseitigen Balken um 1″

b. Bei mässig hochkantigen $\left(\text{Breite} : \text{Höhe} = \begin{matrix}2:3\\5:7\end{matrix}\right)$ um ¾″

c. Bei stark hochkantigen (Breite : Höhe = 1 : 3) um ½″

c. Zweck und Vortheile der vorstehenden Anwendung.

§. 15.

Aus der in den vorstehenden Abschnitten enthaltenen Darstellung und den beigefügten Aufgaben geht nun hervor, dass man die Höhe stehender Bäume und die Durchmesser in jedem beliebigen Höhenpunkte mit dem Dendrometer sehr leicht bestimmen kann. Für die Auszeichnung von Stämmen, welche zu ihrer Verwendung gewisse gegebene Dimensionen haben müssen, wie z. B. Mastbäume und andere Bau- und Nutzholzstämme, kann daher dieses Instrument offenbar mit Vortheil verwendet werden.

Es ist zwar nicht in Abrede zu stellen, dass dergleichen Auszeichnungen dann entfallen, wenn in den Schlägen die bereits gefällten Stämme gemessen und auf ihre technische Verwendbarkeit untersucht werden können; aber eben so gewiss ist es, dass bei Stammauszeichnungen in Beständen, wo der Plenterhieb geführt wird, oder die zu nutzenden Stämme überhaupt einzeln herausgenommen und nur die für gewisse technische Zwecke verwendbaren ausgesucht werden sollen, das fragliche Instrument vortreffliche Dienste leistet.

Nicht minder bewährt sich seine Brauchbarkeit bei taxatorischen Arbeiten zur Kubirung stehender Bäume wie in den folgenden §§. gezeigt wird.

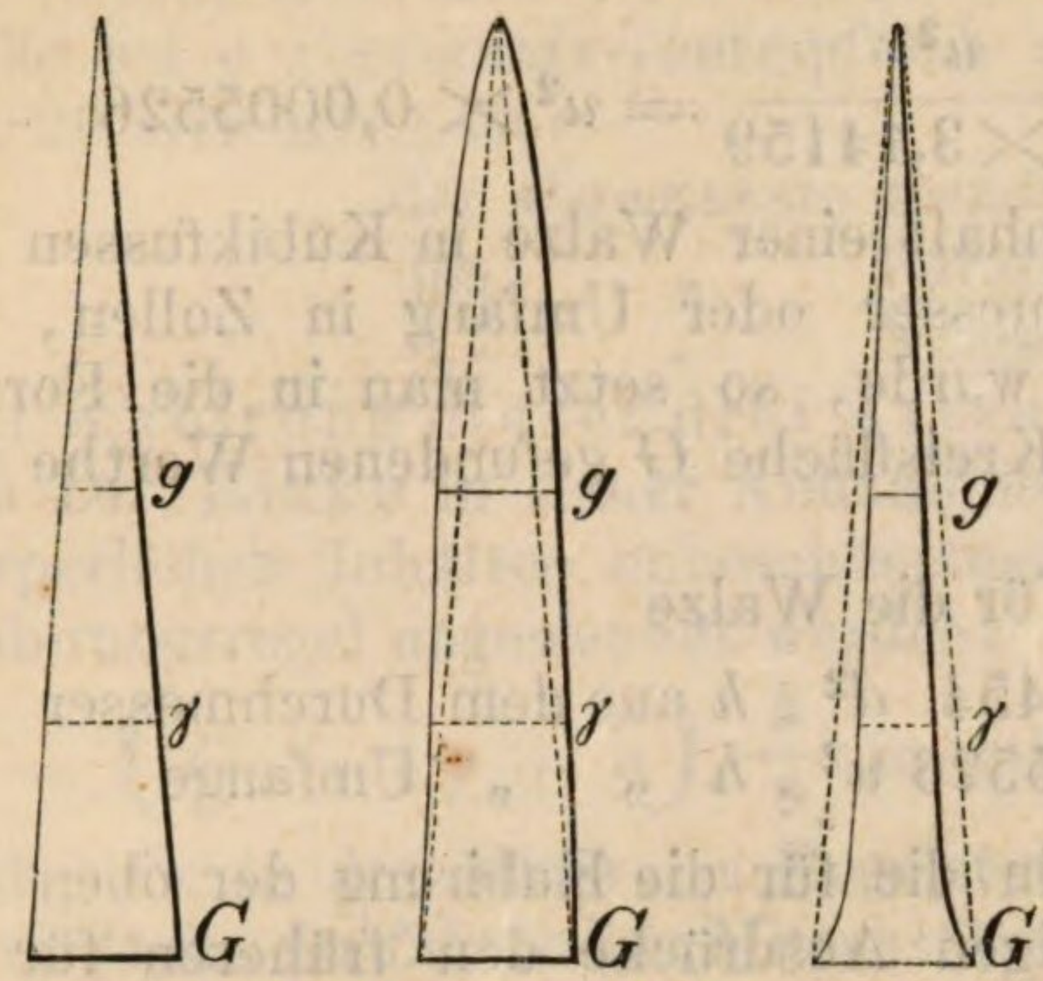
C. Kubirung der Bäume mit dem Dendrometer.

a. Von der Baumkubirung überhaupt.

§. 16.

Die Baumschäfte vom Fusspunkte bis zum Scheitel gerechnet, lassen sich bekanntlich im Allgemeinen mit kegelförmigen Körpern vergleichen, und kommen entweder:

Fig. 27, 28, 29.



1. Dem geradseitigen Kegel Fig. 27, oder

2. dem parabolisch ausgebauchten Kegel (Apolonischen Paraboloid) Fig. 28 oder

3. dem perabolisch eingebauchten Kegel (Neil'schen Paraboloid) Fig. 29 sehr nahe.

Seltener sind solche Baumschäfte, welche durch eine sehr starke Ausbauchung noch über das Apolonische Paraboloid hinausreichen, oder so stark abholzig sind, dass sie noch unter dem Neil'schen Paraboloid liegen.

Vergleicht man den Kubikinhalt der obigen Kegelformen mit jenem einer Walze, deren Inhalt bekanntlich gefunden wird, wenn man die Grundfläche g mit der Höhe (Länge) h multiplizirt, so ergeben sich für die Walze und die obigen drei Kegelformen zur Bestimmung ihres Kubikinhaltes folgende Ausdrücke:

1. Für die Walze . . . . . $K_w = G.h$
2. „ den gradseitigen Kegel . . $K_g = G.\frac{h}{3}$
3. „ „ ausgebauchten Kegel . $K_a = G.\frac{h}{2}$
4. „ „ eingebauchten Kegel . $K_e = G.\frac{h}{4}$

Wird die kreisförmige Grundfläche G durch den Durchmesser d oden den Umfang u ausgedrückt, so ergibt sich $G = \frac{\pi\, d^2}{4}$ und weil $d = \frac{u}{\pi}$ ist, auch $G = \frac{u^2}{4\pi}$

Da man bei Baumkubirungen den Inhalt in Kubikfussen zu bestimmen und zu diesem Behufe die Länge in Fussen, aber die Durchmesser oder Umfänge in Zollen zu messen pflegt, so ist es zur bequemeren Rechnung vortheilhaft, die Kreisflächen in Quadratfussen auszudrücken, welches sehr leicht dadurch geschieht, dass man die obigen Werthe für G durch 144 dividirt.

Es ergibt sich dann:

1. Aus dem Durchmesser die Kreisfläche

$$G = \frac{\pi\, d^2}{4.144} = \frac{3{,}14159\, d^2}{576} = d^2 \times 0{,}005454$$

2. Aus dem Umfange die Kreisfläche

$$G = \frac{u^2}{4.\pi.144} = \frac{u^2}{576 \times 3{,}14159} = u^2 \times 0{,}0005526$$

Will man daher den Inhalt einer Walze in Kubikfussen bestimmen, wenn der Durchmesser oder Umfang in Zollen, die Höhe in Fussen gemessen wurde, so setzt man in die Formel der Walze die oben für die Kreisfläche G gefundenen Werthe und erhält:

1. Für die Walze

$$K_w = G \,.\, h = \begin{cases} 0{,}005454 \;\; d^2 \,.\, h \text{ aus dem Durchmesser} \\ 0{,}0005526 \; u^2 \,.\, h \;\; \text{„} \quad \text{„ Umfange} \end{cases}$$

Substituirt man auch in die für die Kubirung der oben angegebenen Kegelformen giltigen Ausdrücke den früheren für die Kreisfläche G gefundenen Werth, so ergibt sich:

2. Für den geradseitigen Kegel

$$K_g = G \,.\, \frac{h}{3} = \begin{cases} 0{,}005454 \;\; d^2 \, \frac{h}{3} \;\; \text{aus dem Durchmesser} \\ 0{,}0005526 \; u^2 \, \frac{h}{3} \;\; \text{„} \quad \text{„ Umfange} \end{cases}$$

3. Für den ausgebauchten Kegel

$$K_a = G \,.\, \frac{h}{2} = \begin{cases} 0{,}005454 \;\; d^2 \, \frac{h}{2} \;\; \text{aus dem Durchmesser} \\ 0{,}0005526 \; u^2 \, \frac{h}{2} \;\; \text{„} \quad \text{„ Umfange} \end{cases}$$

4. Für den eingebauchten Kegel

$$K_e = G \,.\, \frac{h}{4} = \begin{cases} 0{,}005454 \;\; d_2 \, \frac{h}{4} \;\; \text{aus dem Durchmesser} \\ 0{,}0005526 \; u^2 \, \frac{h}{4} \;\; \text{„} \quad \text{„ Umfange} \end{cases}$$

d. h. man findet für diese drei Kegelformen den Kubikinhalt, wenn man die Grundfläche der entsprechenden Walze, beziehungsweise mit $^1/_3$, $^1/_2$, $^1/_4$ der Höhe multiplizirt oder den Walzeninhalt beziehungsweise durch 3, 2, 4 dividirt.

Nach der für den Inhalt der Walze angegebenen Formel ist die Tafel II (Walzentafel) berechnet, welche die Länge in Fussen und den Durchmesser und Umfang in Zollen zum Eingange hat, daher aus diesen genommenen Masseinheiten den Kubikinhalt der entsprechenden Walze unmittelbar in Kubikfussen angibt. Diese Walzentafel dient auch als Kreisflächentabelle, indem sie für die gegebenen Durchmesser und Umfänge, sowohl die einfachen als auch die mehrfachen Kreisflächen unmittelbar in Quadratfussen angibt, wie aus der Anleitung zum Gebrauche dieser Tafel näher hervorgeht.

§. 17.

Denkt man sich die oben erwähnten Vollkegel in beliebiger Höhe bei g abgestutzt (entgipfelt), so ergibt sich wie in Fig. 27, 28, 29 ersichtlich ist:

der abgestutzte geradseitige Kegel
das „ Paraboloid und
„ „ Neiloid.

Zur Kubirung dieser drei Arten der Kegelstutze kann die von Dr. Ricke in seiner Abhandlung „über die Berechnung des körperlichen Inhaltes unbeschlagener Baumstämme“ angegebene Kubirungsregel angewendet werden:

$K = \left(G + 4\,\gamma + g \right) \frac{h}{6}$ in welcher G die untere, g die obere und γ die in der Mitte des Kegelstutzes liegende Kreisfläche (die Kreisfläche der faktischen Mittenstärke) und h die Länge oder Höhe bedeutet.

Man erhält also nach dieser Regel den Kubikinhalt dieser Kegelstutze, wenn man die untere und obere Kreisfläche einfach, dann die Mittenfläche vierfach nimmt, und die Summe dieser Kreisflächen mit $^1/_6$ der Höhe multiplicirt.

Setzt man in der obigen Formel $g = o$, so lautet dieselbe: $K = \left(G + 4\,\gamma \right) \frac{h}{6}$ und gilt in dieser Gestalt auch für die Vollkegel der drei genannten Formen.

Findet man sich veranlasst, bei der Kubirung eines als Kegelstutz zu betrachtenden Stammstückes die untere Kreisfläche G zu vermeiden, weil dieselbe vermöge des unkreisförmigen Wurzelanlaufes die Richtigkeit des Resultates beeinträchtigen würde, so kann statt derselben, die Kreisfläche an einem andern Punkte, z. B. in $^1/_3$ der Länge von unten an gerechnet, gemessen werden. In diesem Falle ergibt sich für die Kubirung des geradseitigen und ausgebauchten Kegelstutzes die von Hossfeld angegebene Formel $K = \left(3\,G_1 + g \right) \frac{h}{4}$, d. h. der Inhalt ist gleich der Summe aus der dreifachen Kreisfläche G_1 in der Drittellänge und der obern Endfläche g, multiplicirt mit $^1/_4$ der Höhe.

Werden die Endflächen $g = o$ gesetzt, d. i. die zwei genannten Kegelstutze zu Vollkegeln ergänzt, so verwandelt sich für letztere die obige Formel in $K = G_1 \,.\, ^3/_4\, h$, d. h. der Inhalt für diese Vollkegel ist gleich der Kreisfläche in der Drittellänge, multiplicirt mit $^3/_4$ der Höhe. Für den eingebauchten Kegelstumpf und den bezüglichen Vollkegel findet aber diese Formel keine Anwendung.

Beim abgestutzten Paraboloid (ausgebauchten Kegelstumpf) insbesondere ist vermöge des ihm zukommenden Krümmungs-

gesetzes $\frac{G+g}{2} = \gamma$, d. h. die Kreisfläche γ der faktischen Mittenstärke gleich dem arithmetischen Mittel aus der oberen und unteren Kreisfläche. Da nun dieser Kegelstumpf auch nach der Gleichung $K = \left(\frac{G+g}{2}\right) h$ kubirt werden kann, so ergibt sich, wenn man für $\frac{G+g}{2} = \gamma$ setzt, der Inhalt desselben nach der von Huber angegebenen Formel, $K = \gamma \,.\, h$, d. i. aus der Kreisfläche der faktischen Mittenstärke multiplizirt mit der Höhe. Diese Formel lässt sich aber für den geradseitigen Kegelstumpf oder den bezüglichen Vollkegel nicht anwenden, da sie für den ersteren den Inhalt um $^1/_{12}$ einer Walze von der Endstärkendifferenz, für letzteren um $^1/_{12}$ der Grundwalze zu klein angibt. Noch grösser wäre der Fehler bei der Anwendung dieser Formel für den eingebauchten Kegelstumpf und den bezüglichen Vollkegel.

Fasst man das bisher über die Kubirung der betrachteten Körperformen Gesagte übersichtlich zusammen, so ergibt sich Folgendes:

Die Formel 1) $K = G \,.\, h$ gilt nur für die Walze, deren Kreisfläche G in der ganzen Länge h von gleicher Grösse ist.

Die Rickesche Formel

2) $K = \left(G + 4\gamma + g\right)\frac{h}{6}$ aus den beiden Endkreisflächen G und g, dann der faktischen Mittenfläche γ gilt sowohl für geradseitige als auch für ausgebauchte u. eingebauchte Kegelstutze, dann in der Transformation mit $g = 0$,

3) $K = \left(G + 4\gamma\right)\frac{h}{6}$ für die drei soeben genannten Vollkegel.

Die Hossfeld'sche Formel

4) $K + \left(3\,G_1 + g\right)\frac{h}{4}$ aus der dreifachen Kreisfläche G_1 in der Drittellänge und der Endfläche g gilt nur für den geradseitigen u. ausgebauchten Kegelstumpf, dann in der Transformation mit $g = 0$,

5) $K = G_1 \,.\, {}^3/_4\, h$ für den geradseitigen u. ausgebauchten Vollkegel.

Die Hubersche Formel 6)

$K = \gamma \cdot h$ mit der aus der faktischen Mittenstärke abgeleiteten Kreisfläche γ gilt nur für den ausgebauchten Kegelstumpf, bei welchem die Mittenkreisfläche $\gamma =$ der halben Summe der Endflächen ist.

§. 18.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in dem Falle, wenn die Baumschäfte in ihrer Form mit den oben betrachteten mathematischen Kegelformen ganz übereinstimmend wären, und wenn man zugleich ohne einer zeitraubenden und schwierigen Untersuchung mit Sicherheit angeben könnte, welcher Kegelform irgend ein Baumschaft angehört, der Inhalt desselben aus sehr wenigen Abmessungen nach den im §. 17 angeführten Gleichungen 3 und 5 für die dort angegebenen Vollkegel genau ermittelt werden könnte.

Diese Bedingungen für die Anwendung der erwähnten zwei Formeln zur Kubirung der Baumschäfte als Vollkegel treffen aber nur selten zu. Wenn man auch bei regelmässig gewachsenen Bäumen(insbesondere bei solchen, deren Hauptaxe sich bis zum Gipfel verfolgen lässt, wie es bei den Nadelhölzern beinahe immer, bei den im Schlusse erwachsenen Laubhölzern wenigstens häufig der Fall ist) — aus der mitunter sichtbaren Voll- oder Abholzigkeit derselben ihre Annäherung zur einen oder anderen der erwähnten Kegelformen zu erkennen im Stande ist, so vermag man dennoch nicht anzugeben, wie weit diese Annäherung geht, mithin auch nicht das Maas für die letztere zu beurtheilen. Noch weniger ist dieses bei den unregelmässig erwachsenen Baumschäften möglich, die in Folge ihrer, an verschiedenen Stellen vorkommenden Aus- und Einbiegungen, bald die eine, bald die andere Kegelform annehmen. Es ist zwar sicher, dass auch Bäume von der letzteren Beschaffenheit nach einem gewissen Gesetze gebaut sind, aber dasselbe ist so komplicirt, dass es sich nicht in so einfache mathematische Formeln wie die im §. 17 unter 3 und 5 angegebenen zwängen lässt. Hieraus folgt, dass nur bei regelmässigen Stämmen, oder wenn keine besonders scharfen Resultate verlangt werden, die Kubirung nach diesen Formeln zulässig ist, im entgegengesetzten Falle aber ein anderer Weg eingeschlagen werden muss.

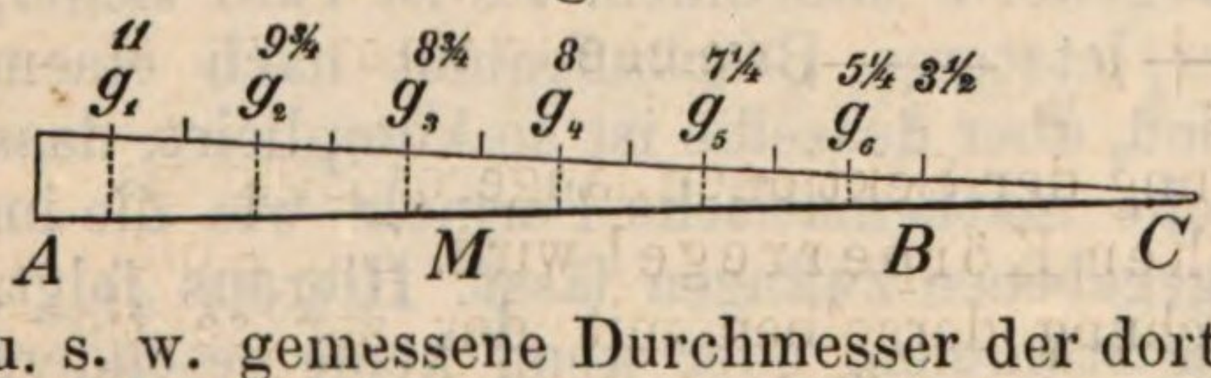
Dieser besteht darin, dass man die Baumschäfte vom Stockabschnitte bis gegen den Gipfel in kleinere Theile von gleicher Länge (in Sektionen) zerlegt, bei welchen der Unterschied

zwischen der oberen und unteren Stärke nicht gross ist, höchstens 1 bis 2″ beträgt. Ist diess der Fall, so kann die Kubirung der einzelnen Sektionen nach der im §. 17 unter 6 angegebenen Huber'schen Formel $K = \gamma \,.\, h$, d. h. aus der Kreisfläche der faktischen Mittenstärke der Sektion, multiplizirt mit der Länge erfolgen, welche Formel für ausgebauchte Kegelstutze den Inhalt ganz genau, und auch für geradseitige und eingebauchte Kegelstutze, bei welchen die Endstärken-Differenz eine sehr geringe ist, mit einer für die meisten Zwecke der forstlichen Praxis hinreichenden Schärfe angibt. Die Länge der Sektionen kann für genaue Kubirungen mit 3 bis 6′, für minder genaue Arbeiten mit 10 bis 12′ gewählt werden.

Die Kubirung des eingetheilten Stammes geschieht dadurch, dass man in der Mitte einer jeden Sektion den Durchmesser oder Umfang (mit der Kluppe oder dem Messbande) nimmt, die dazugehörige Kreisfläche berechnet, oder aus einer Kreisflächentabelle entnimmt — diese Kreisflächen addirt und die Summe mit der gewählten Sektionslänge multiplizirt. Das Gipfelstück wird bei Baumschäften, die im raschen Längenwuchse begriffen sind und keine sehr stark abfallenden Gipfel haben, als paraboloidischer Vollkegel, im entgegengesetzten Falle als geradseitiger Vollkegel nach den im §. 16 angegebenen Formeln berechnet und dessen Inhalt dem vorigen Produkte zugezählt.

Bezeichnet man die aus den gemessenen Stärken der Sektionen sich ergebenden Kreisflächen mit g_1, g_2, g_3, g_4 u. s. w., die Länge einer Sektion mit h, dann die der Stärke des paraboloidischen Gipfelstückes entsprechende Kreisfläche mit g_g und dessen Länge mit l, so ergibt sich der Kubikinhalt $K = (g_1 + g_2 + g_3 + g_4 \ldots) h + g_g \,.\, \frac{l}{2}$. Es sei z. B. der in Fig. 30 dargestellte Stamm vom

Fig. 30.



Abschnitte A an bis B in sechs Sektionen von $h = 10'$ Länge getheilt, — der in der Mitte einer jeden Sektion bei g_1 g_2 g_3 u. s. w. gemessene Durchmesser der dort angesetzte, die Endstärke bei B $3\frac{1}{2}''$ und die Länge l des paraboloidischen Gipfelstückes $BC = 17'$, so ist nach obiger Gleichung des Baumes Kubikinhalt

$$K = (0{,}66 + 0{,}52 + 0{,}42 + 0{,}35 + 0{,}29 + 0{,}15)\,10 + 0{,}07 \,.\, \frac{17}{2} =$$
$$23{,}9 + 0{,}59 = 24{,}49\ k'.$$

Die Kubirung eines Baumschaftes kann auch in der Art geschehen, dass man den Inhalt der einzelnen Sektionen aus den gemessenen Stärken und der gewählten Länge in einer Walzentafel aufsucht, dann summirt und den Inhalt des Gipfelstückes zuzählt. Bezeichnet man den Inhalt der einzelnen Sektionen mit $k_1\ k_2\ k_3$ u. s. w., so ist des Baumes Kubikinhalt: $K = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 \ldots + g_g \times \frac{l}{2}$. Mit Zugrundelegung der obigen Daten ist daher $K = 6{,}6 + 5{,}2 + 4{,}2 + 3{,}5 + 2{,}9 + 1.5 + 0{,}07 \times \frac{17}{2} = 23.9 + 0{,}59 = 24{,}49\ k'$

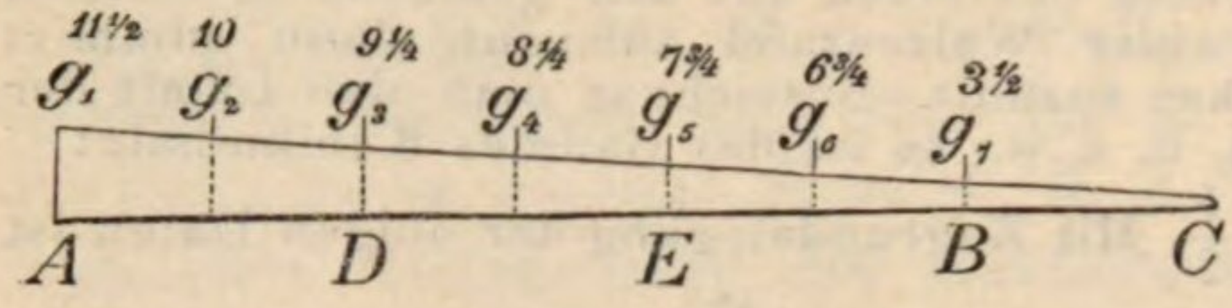
Die Huber'sche Formel liefert selbst dann noch gute Resultate, wenn man den bei B entgipfelt gedachten Stamm AB von 60′ Länge nur in zwei Sektionen von je $h = 30'$ Länge theilt und aus der faktischen Mittenstärke derselben, mithin in der Ober- und Untermitte (bei g_2 und g_5 der obigen Figur) den Inhalt des ganzen Kegelstutzes ableitet und jenen des Gipfelstückes hinzurechnet. In diesem Falle ergibt sich:

$$K = g_2 \times AM + g_5 \times MB + g_g \cdot \frac{l}{2}$$
$$= 0{,}52 \times 30 + 0{,}29 \times 30 + 0{,}07 \cdot \frac{17}{2}$$
$$= 15{,}6 + 8{,}7 + 0{,}59 = 24{,}89\ k'.$$

Würde man bei einem so langen Stamme den Inhalt nur aus einer Stärkenmessung u. z. in der Hauptmitte g_m ableiten wollen und der Durchmesser an diesem Punkte $8^1/_4$″ betragen, so wäre mit Zurechnung des Gipfelstückes der Inhalt $K = g_m \cdot AB + g_g \cdot \frac{l}{2} = 0{,}37 \cdot 60 + 0{,}07 \cdot \frac{17}{2} = 22{,}20 + 0{,}59 = 22{,}79\ K'$, mithin im Vergleiche mit der obigen genaueren Kubirung um 2,1 K′ zu klein. Das Resultat könnte nur dann richtig sein, wenn die Kreisfläche der Hauptmitte dem arithmetischen Mittel der Kreisflächen der oben angenommenen Sektionen gleich wäre, was aber nur zufälligerweise oder bei sehr regelmässig gewachsenen vollholzigen Stämmen vorkommen kann. Es soll daher selbst bei der Kubirung für gewöhnliche wirthschaftliche Zwecke als Norm dienen, dass solche Stammstücke, welche die Länge von 30′ überschreiten, nicht aus einer Stärkenmessung kubirt, sondern in zwei oder mehrere Sektionen zerlegt werden.

Handelt es sich um möglichst scharfe Kubirungen für wissenschaftliche Zwecke, z. B. für Zuwachsberechnungen, Untersuchung der Baumformen u. dgl., so liefert unter übrigens gleichen Umständen die besten Resultate die im §. 17 unter 2 angegebene Ricke'sche Formel $K = \left(G + 4\gamma + g\right)\frac{h}{6}$, welche in ihrer wiederholten Anwendung zur Kubirung der Sektionen längerer Stämme zur sogenannten Simpson'schen Körperregel wird. Zur Ableitung dieser Regel und Vergleichung derselben mit der zur sektionsweisen Kubirung oben angewendeten Huber'schen Formel, soll hier der in Fig. 30 dargestellte Stamm AB von 60′ Länge und dem Gipfelstücke BC von 17′ zu Grunde gelegt und angenommen werden, dass derselbe ebenfalls wie oben in sechs gleichlange Sektionen von $h = 10'$ eingetheilt sei, nur mit dem Unterschiede, dass die Stärkenmessungen nicht in der Mitte derselben, sondern an

Fig. 31.



ihren Enden, mithin in Fig. 31 bei g_1 g_2 g_3 g_4 u. s. w. stattgefunden haben. Es ist in diesem Falle die Entfernung von g_1 bis g_3, von g_3 bis g_5, von g_5 bis g_7; ebenso auch von g_2 bis g_4, von g_4 bis $g_6 = 2h$. Wendet man daher die Ricke'sche Formel zur Kubirung der Stammstücke AD, DE und EB an, so ergibt sich die:

Simpsonsche Formel. 7)

$$K = \left(g_1 + 4g_2 + g_3 \right) \frac{2h}{6} + \left(g_3 + 4\,g_4 + g_5 \right) \frac{2h}{6} + \left(g_5 + 4g_6 + g_7 \right) \frac{2h}{6}$$

$$= \left(g_1 + 4g_2 + g_3 + g_3 + 4g_4 + g_5 + g_5 + 4g_6 + g_7 \right) \frac{2h}{6}$$

$$= \left((g_1 + g_7) + 4\,(g_2 + g_4 + g_6) + 2\,(g_3 + g_5) \right) \frac{h}{3}$$

Um nach dieser Formel zu kubiren, trägt man an dem betreffenden Stamme vom Stockende A gegen den Gipfel hin eine gerade Anzahl Sektionen von der Länge h auf, wodurch die Endfläche am Gipfelstücke g_7 einen ungeraden Zeiger erhält, misst die Stärken an allen Theilungspunkten von g_1 bis g_7 und sucht die dazu gehörigen Kreisflächen. Nimmt man hierauf:

die Summe der Endkreisflächen (g_1 und g_7) einfach,
die Summe der Kreisflächen mit geraden Zeigern (g_2, g_4, g_6) vierfach,
die Summe der Kreisflächen mit ungeraden Zeigern (g_3, g_5) zweifach und multiplizirt die Summe dieser Produkte mit dem dritten Theile der Sektionslänge, so erhält man den Kubikinhalt des Stammes bis zum Gipfelstücke.

Bei den in Fig. 31 angegebenen Stärken (Durchmesser in Zollen) und der Länge $h = 10'$ der Sektionen findet man nach obiger Gleichung:

$$K = \left((0{,}72 + 0{,}07) + 4(0{,}55 + 0{,}37 + 0{,}25) + 2(0{,}47 + 0{,}33) \right) \frac{10}{3}$$

$$= \left(0{,}79 + 4{,}68 + 1{,}6 \right) \frac{10}{3} = \frac{70{,}7}{3} = 23{,}56\ \text{K}'.$$

Wird noch das Gipfelstück BC von $3^1/_2{}''$ Stärke und $17'$ Länge mit 0,59 K′ hinzugerechnet, so ist des ganzen Stammes Inhalt:

$$K = 23{,}56 + 0{,}59 = 24{,}15\ \text{K}'.$$

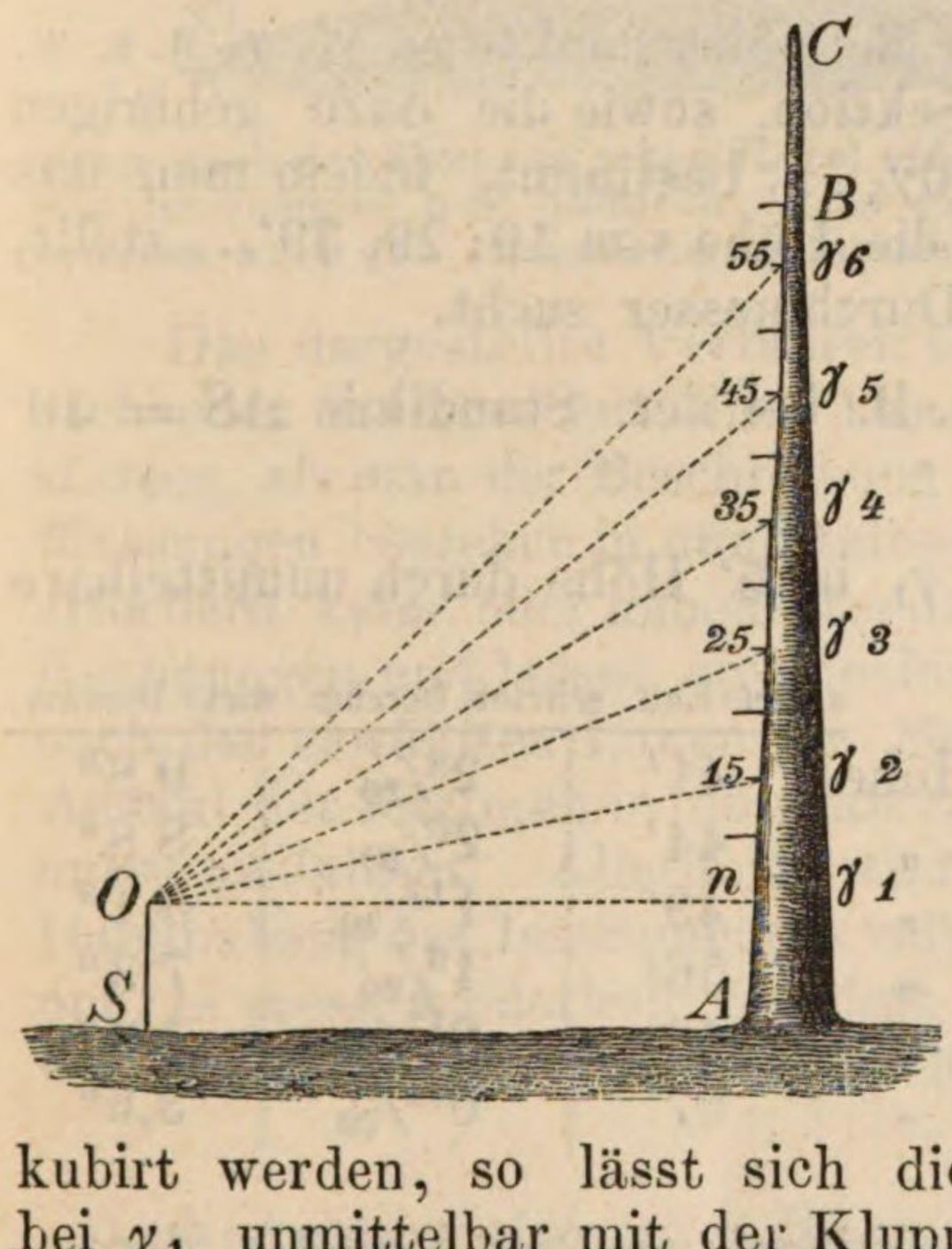
b. Kubirung stehender Bäume nach Sektionen.

§. 19.

Die früheren Betrachtungen über die Stammkubirung führen offenbar zu dem Schlusse, dass die Kubirung stehender Bäume, wenn es sich um schärfere Resultate handelt, durch das sektionsweise Verfahren erfolgen und mit den Stärkenmessungen so weit am Stamme hinaufgegangen werden soll, dass das Gipfelstück auf den gesammten Inhalt keinen wesentlichen Einfluss übt.

Hat man sich mit der Einrichtung des Dendrometers vertraut gemacht und die in den §§. 12 und 14 empfohlenen Aufgaben fleissig geübt, so unterliegt die Vornahme der Höhen- und Stärkenmessungen durchaus keinen Schwierigkeiten, wenn der Baumschaft bis gegen den Gipfel grösstentheils sichtbar ist, was bei kronenarmen im Schlusse erwachsenen Stämmen, besonders bei Nadelhölzern häufig vorkommt.

Fig. 32.



Man stellt sich zu diesem Behufe mit dem auf das Stativ gesteckten Instrumente auf den Endpunkt S der horizontal gemessenen Standlinie $AS = On$, Fig. 32, und visirt von O nach dem Fusspunkt A und Scheitelpunkt C des Baumes, um nach Aufgabe 1, §. 12, die Scheitelhöhe z. B. $AC = 77'$ zu finden. Die durch die Visur nach A sich ergebende Höhe An, welche z. B. 6′ betragen kann, wird einstweilen notirt. Sollen nun die Sektionen von der Länge $h = 10'$ aus den in den Höhen von 5, 15, 25, 35, 45 und 55′ gelegenen Mittenstärken bei $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$ kubirt werden, so lässt sich die Stärke der untersten Sektion bei γ_1 unmittelbar mit der Kluppe oder mit dem Messbande abnehmen. Die Höhen bis zur Mittenstärke der 2., 3., 4., 5. und 6. Sektion über der Horizontallinie On sind in diesem Falle offenbar folgende:

Von n bis $\gamma_2 = A\gamma_2 - An = 15 - 6 = 9'$
„ n „ $\gamma_3 = A\gamma_3 - An = 25 - 6 = 19'$
„ n „ $\gamma_4 = A\gamma_4 - An = 35 - 6 = 29'$

Von n bis $\gamma_5 = A\gamma_5 - An = 45 - 6 = 39'$
„ n „ $\gamma_6 = A\gamma_6 - An = 55 - 6 = 49'$
„ n „ $B = AB - An = 60 - 6 = 54'$

Um daher den Höhenpunkt zu finden, bei welchem die Stärke γ_2 der zweiten Sektion gemessen werden soll, rückt man das Instrument mit dem Objektivabsehen so lange nach aufwärts, bis die Senkelskale bei der gewählten verjüngten Standlinie auf der Höhenskale die Höhe von 9′ zeigt und leset zugleich die dazugehörige schiefe Entfernung $O\gamma_2$ an der Senkelskale ab. Der Punkt γ_2, auf welchen das Instrument hinweiset, liegt dann offenbar $9 + 6 = 15'$ über A. Ist dieser Höhenpunkt γ_2 bestimmt, so wird sogleich die Stärke des Baumes an diesem Punkte (nach Aufgabe 1 §. 14) gemessen, indem man diese scharf ins Auge gefasste und an irgend einem Merkmale des Baumes (Rindenriss, Flechtenansatz u. dgl.) erkannte Stelle mit dem zur Durchmesserskale gehörigen Objektivmittel anvisirt, dann aus dem gefundenen scheinbaren Durchmesser und der dazu gehörigen schiefen Entfernung $O\gamma_2$, den wirklichen Durchmesser aus der Tafel I. entnimmt.

Auf dieselbe Weise werden die Höhenpunkte γ_3, γ_4, γ_5 u. s. w. für die Mitte der 3., 4., 5.... Sektion, sowie die dazu gehörigen schiefen Entfernungen $0\gamma_3$, $0\gamma_4$, $0\gamma_5$ ... bestimmt, indem man das Instrument beziehungsweise auf die Höhe von 19, 29, 39′... stellt, und für jede dieser Höhen den Durchmesser sucht.

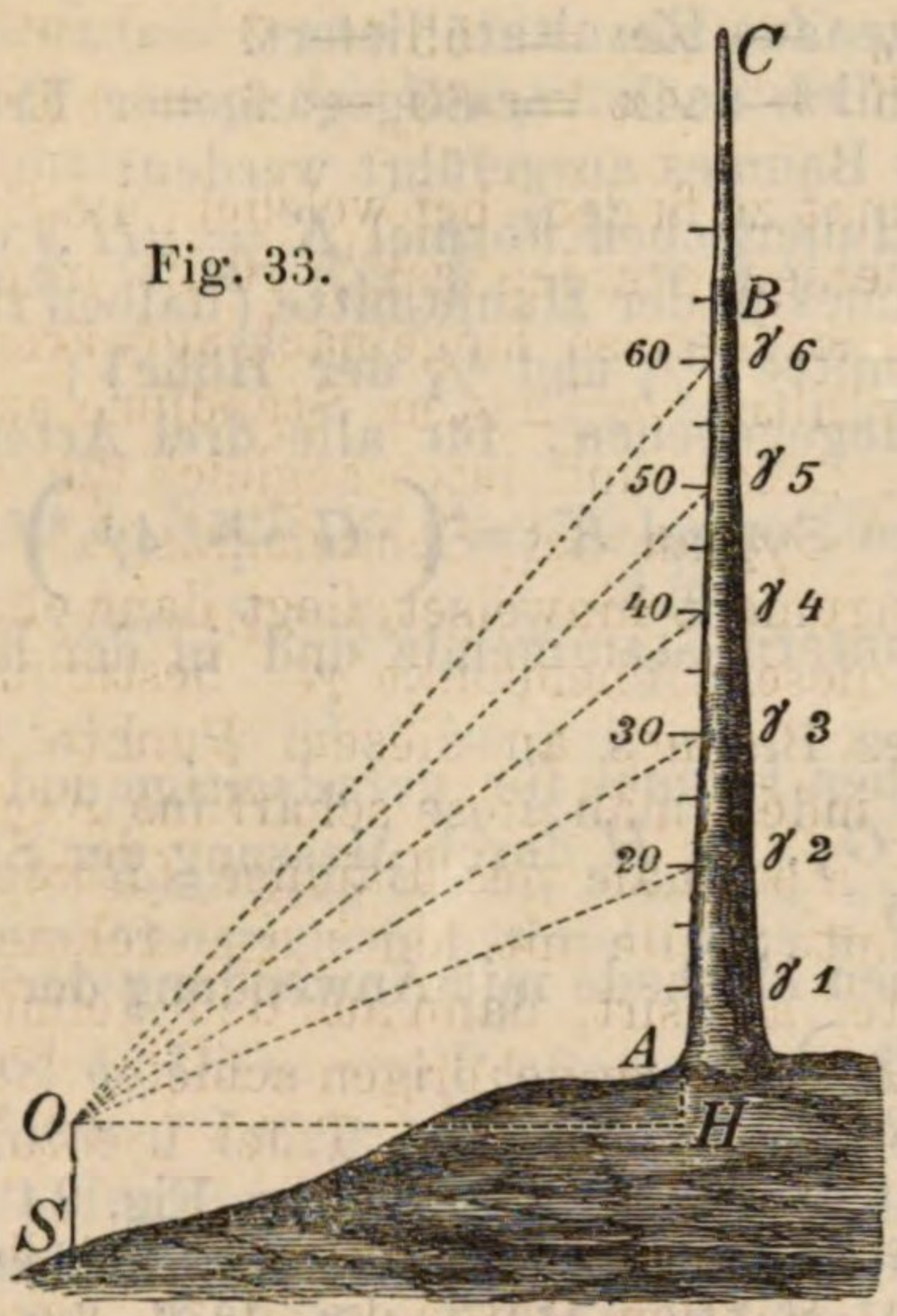
Diese Messungen hätten z. B. bei der Standlinie $AS = 40'$ folgende Daten gegeben:

Für die 1. Sektion bei γ_1 in 5′ Höhe durch unmittelbare Messung 11″.

	schiefe Entf.	scheinb. Durchm.	wirkl. Durchm.
für die 2. Sektion bei γ_2 in 9′ Höhe	41′	$2^{8}/_{20}$	9,8″
„ „ 3. „ „ γ_3 „ 19′ „	44′	$2^{0}/_{20}$	8,8″
„ „ 4. „ „ γ_4 „ 29′ „	49′	$1^{13}/_{20}$	8,1″
„ „ 5. „ „ γ_5 „ 39′ „	56′	$1^{6}/_{20}$	7,3″
„ „ 6. „ „ γ_6 „ 49′ „	63′	$0^{17}/_{20}$	5,3″
„ das Gipfelstück bei B 54′ „	67′	$0^{11}/_{20}$	3,6″

Nach der angenommenen Sektionslänge von $h = 10'$, der ermittelten Scheitelhöhe von 77′ und der daraus sich ergebenden Länge des Gipfelstückes $BC = 77 - 60 = 17'$, sowie aus den oben ermittelten Stärken der einzelnen Sektionen, kann die Kubirung derselben und des Gipfels nach Anleitung §. 17 erfolgen.

Fig. 33.



Liegt der Standpunkt ***S*** tiefer als der Fusspunkt ***A*** des Baumes in Fig. 33, ist mithin schon die Visur nach ***A*** eine Höhenvisur und ergibt sich beispielweise bei der Ablesung an der Höhenskale die Tangente $AH = 5'$, so ist dieselbe bei der Bestimmung der Höhenpunkte γ_2, γ_3, γ_4.... für die Mittenstärken der 2., 3., 4.... Sektion zu den bezüglichen Sektionshöhen zu addiren, denn es ist offenbar die Höhe von:

H bis $\gamma_2 = HA + A\gamma_2 = 5 + 15 = 20'$
„ „ $\gamma_3 = HA + A\gamma_3 = 5 + 25 = 30'$
„ „ $\gamma_4 = HA + A\gamma_4 = 5 + 35 = 40'$
„ „ $\gamma_5 = HA + A\gamma_5 = 5 + 45 = 50'$
„ „ $\gamma_6 = HA + A\gamma_6 = 5 + 55 = 60'$
„ „ $B = HA + AB = 5 + 60 = 65'$

Es wäre mithin in diesem Falle das Dendrometer zur Bestimmung der Höhenpunkte und schiefen Entfernungen für die Ablesung der Mittenstärken bei γ_2, γ_3, γ_4 u. s. w. beziehungsweise auf die Höhe der Tangenten von 20′, 30′, 40′ u. s. w. zu stellen.

Soll die sektionsweise Kubirung nach der Simpson'schen Regel erfolgen, so unterscheidet sich die Arbeit von der vorigen nur dadurch, dass die Sektionen nicht nach den Mitten-, sondern nach den Endstärken gemessen werden.

Das dargestellte Verfahren bei der sektionsweisen Kubirung stehender Stämme mit dem Dendrometer geht viel rascher von statten, als man der Beschreibung nach glauben sollte. Die ganzen Messungen bestehen in unmittelbaren Ablesungen am Instrumente, erfordern keine oder unbedeutende, leicht im Kopfe auszuführende Rechnungen und lassen sich inclusive der Standlinienmessung, je nach der gewählten Länge der Sektionen und hievon abhängigen Anzahl der letzteren in dem kurzen Zeitraume von 12 bis 15 Minuten ausführen. Allerdings wird vorausgesetzt, dass man in der Handhabung des Instrumentes vollendete Fertigkeit besitze, welche nur, es muss wiederholt erwähnt werden, durch fleissige Uebung der in den §§. 12 und 14 gestellten Aufgaben zu erreichen ist.

c. Kubirung stehender Bäume nach andern Abmessungen.

§. 20.

Sind die Baumschäfte ihrer ganzen Länge nach wegen dichter Belaubung nicht gut sichtbar, wie es zur Kubirung nach Sektionen erforderlich ist, so kann die Bestimmung ihres Inhaltes auch dadurch geschehen, dass man sich auf eine geringe Zahl von Abmes-

sungen beschränkt, wobei die Arbeit rascher von statten geht und für viele Fälle hinreichend genaue Resultate liefert.

Die Kubirung kann nämlich nach vorausgegangener Ermittlung der Scheitelhöhe H des Baumes ausgeführt werden:

1. Mit Anwendung der Huber'schen Formel $K = \gamma H$, durch Messung der Stärke des Baumes in der Hauptmitte (halben Höhe) oder in der Unter- und Obermitte ($^1/_4$ und $^3/_4$ der Höhe);

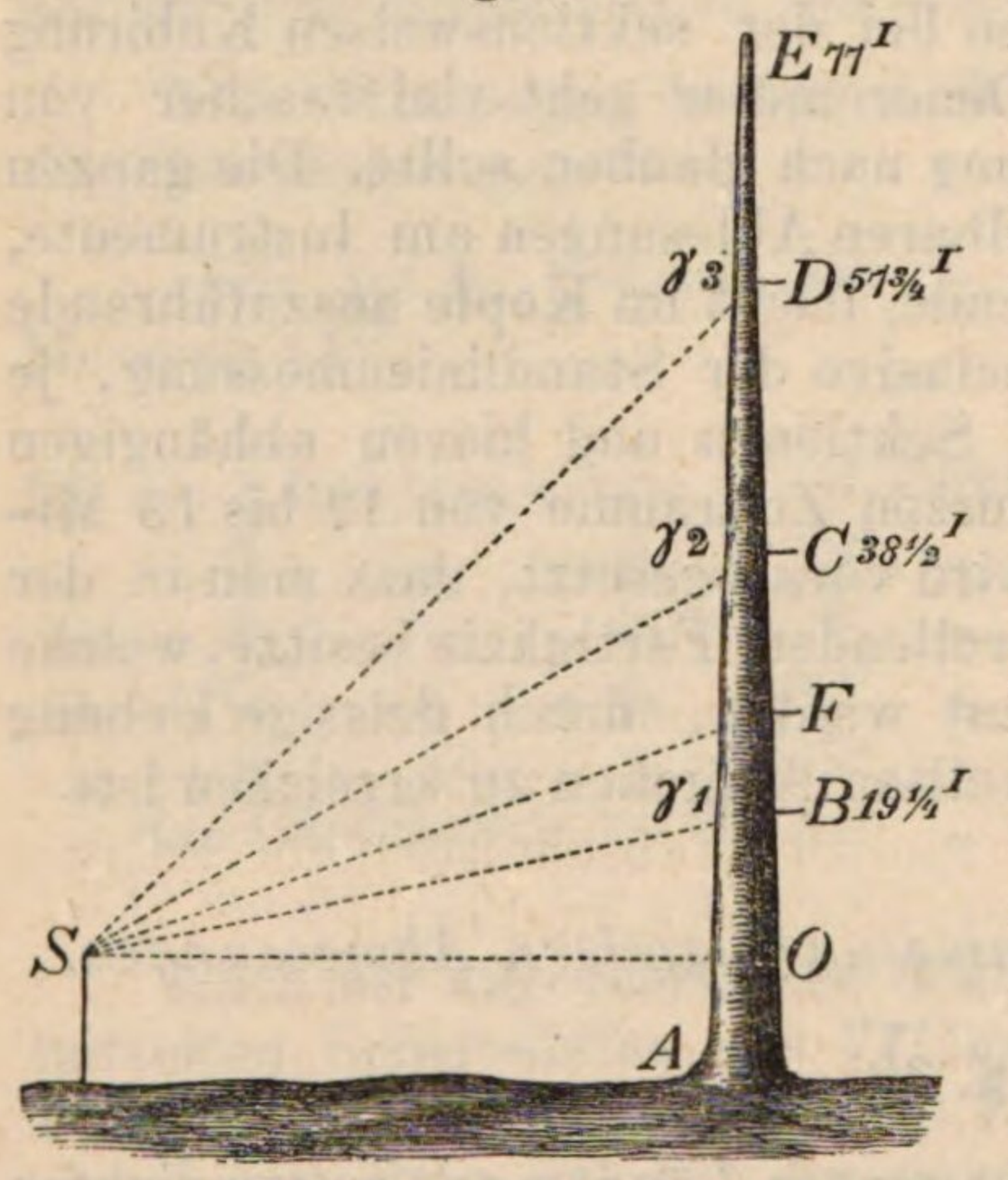
2. nach der im §. 17 angegebenen, für alle drei Arten der Vollkegel giltigen Ricke'schen Formel $K = \left(G + 4\gamma \right) \frac{H}{6}$, aus der Stärke nahe am untern Stammende und in der halben Höhe;

3. nach der Hossfeld'schen Formel für geradseitige und ausgebauchte Vollkegel $K = G_1 . \, ^3/_4 \, H$ durch Messung der Stärke in $^1/_3$ der Baumhöhe; endlich

4. nach der Pressler'schen Methode mit Anwendung der Formel $K = G . \, ^2/_3 \left(h + \frac{m}{2} \right)$.

ad 1. Die Kubirung aus der Hauptmitte bei γ_2 Fig. 34 oder aus der Unter- und Obermitte bei γ_1 und γ_3 ist ein höchst einfaches, daher auch schnelles Verfahren. Man ermittelt die Scheitelhöhe und sucht die Stärke entweder in $^1/_2$ oder $^1/_4$ und $^3/_4$ dieser Höhe. Wird der im §. 18 und 19 bei der sektionsweisen Kubirung als Beispiel angenommene Stamm hier zu Grunde gelegt, für welchen die Scheitelhöhe $AE = 77'$, die Hauptmitte bei C mit $AC = \frac{AE}{2} =$ $38^1/_2'$; die Höhe der Untermitte $AB = 19^1/_4$, der Obermitte $AD = 57^3/_4'$; ferner die Stärke in C mit $7^1/_2''$, in B mit $9''$, in D mit $5''$ ermittelt wurde, so ergibt sich bei der Kubirung aus der Hauptmitte:

Fig. 34.



$$K = \gamma_2 . \, H = 0{,}31 \times 77 = 23{,}87 \text{ K}';$$

bei der Kubirung aus der Unter- und Obermitte:

$$K = \left(\gamma_1 + \gamma_3 \right) \frac{AE}{2} = \left(0{,}44 + 0{,}14 \right) 38{,}5 = 0{,}53 \times 38{,}5 = 22{,}3 \text{ K}'.$$

ad 2. Nach der Ricke'schen Formel, wenn der vorige Stamm am Grunde G (etwa 4′ über A zur Vermeidung des Wurzelanlaufes) mit 11″ und in der Hauptmitte bei C mit $7^1/_2$″ gemessen wurde, ist der Inhalt:

$$K = \left(G + 4\gamma_2 \right) \frac{AE}{6} = \left(0{,}66 + 4 \times 0{,}31 \right) \frac{77}{6} = 1{,}9 \times \frac{77}{6} = 24{,}38 \text{ K}'.$$

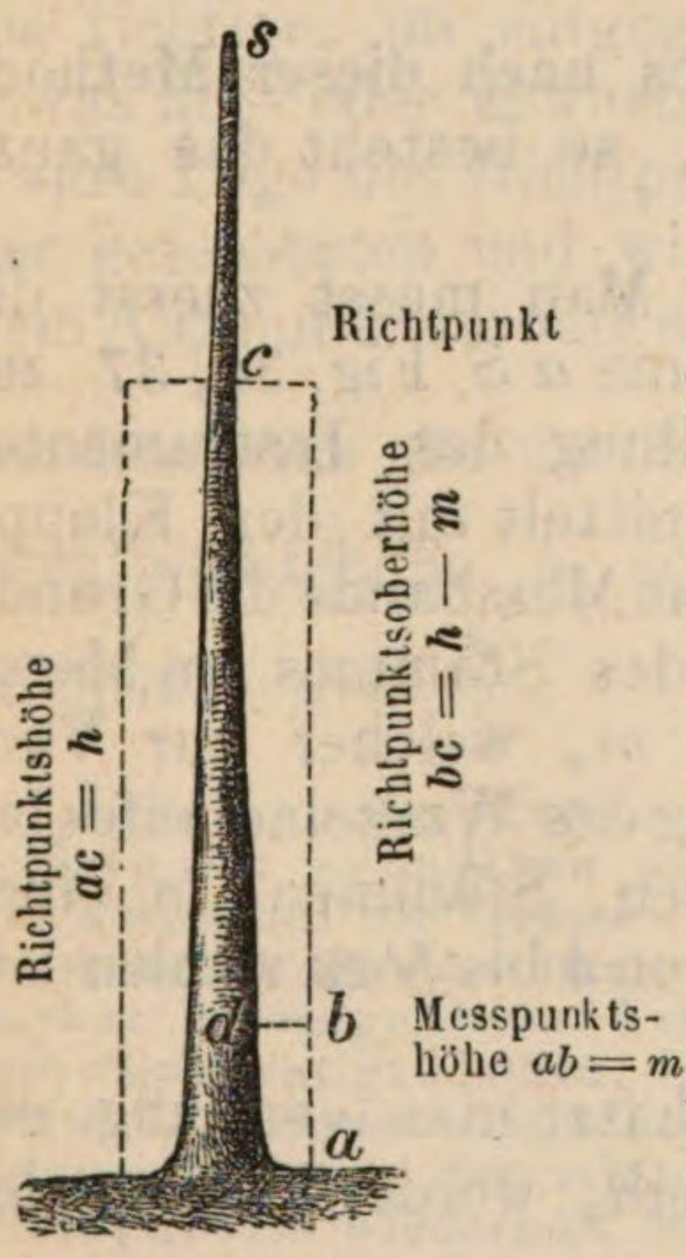
ad 3. Nach der Hossfeld'schen Formel, wenn derselbe Stamm in $^1/_3$ seiner Scheitelhöhe $\frac{AE}{3} = \frac{77}{3} = 25{,}6'$ im Punkte F die Stärke von $8^3/_4$″ besitzt, ergibt sich der Inhalt mit:

$$K = G_1 \times {}^3/_4\, AE = 0{,}42 \times 57{,}75 = 24{,}15 \text{ K}'.$$

Die Ermittlung der zur Kubirung nach den Methoden 1., 2., 3. erforderlichen Abmessungen geschieht nach §. 14, Aufgabe 3, bedarf also hier keiner weitern Erläuterung.

ad 4. Diese von Professor Pressler in seinen neuen holzwirthschaftlichen Tafeln bekannt gegebene Methode gründet sich auf das Gesetz der Durchmesserabnahme bei den im §. 16 erwähnten Kegelformen, vermöge welchen der Punkt der halben Grundstärke (d. i. die Höhe h, wo der Kegel den halben Durchmesser seiner Grundfläche G besitzt) bei dem geradeseitigen Kegel in $^1/_2$, bei dem parabolisch ausgebauchten Kegel in $^3/_4$ und bei dem eingebauchten Kegel in 0,37004 der Scheitelhöhe liegt, woraus weiter folgt, dass alle drei Kegelarten nach der gemeinschaftlichen Formel $K = G \,.\, {}^2/_3\, h$ kubirt werden können.

Fig. 35.



Den Punkt c der halben Grundstärke $\frac{d}{2}$ Fig. 35 nennt Pressler den Richtpunkt; die Entfernung bc desselben von dem Messpunkte b der Grundstärke die Richtpunktsoberhöhe; dann die Entfernung ca des Richtpunktes bis zum Fusspunkte a des Stammes (oder wenn die Stockholzmasse nicht mitkubirt werden soll, bis zum Stockabschnitte), die ganze Richtpunktshöhe, und endlich die Entfernung ab vom Fusse des Baumes (oder dem Stockabschnitte) bis zum Messpunkt der Grundstärke die Messpunktshöhe.

Wird die Kreisfläche der bei b gemessenen Grundstärke $= G$, die Messpunktshöhe $ab = m$, die Richtpunktshöhe $ab + bc = h$ gesetzt, so ist die Richtpunkts-

oberhöhe $bc = h - m$. Der Inhalt des Oberstammes K_0 vom Messpunkte b bis zum Scheitel s kann daher vermöge des erwähnten Gesetzes ausgedrückt werden durch die Formel:

$$1)\ K_0 = G \,.\, {}^2/_3\ (h - m)$$

d. h. der Inhalt des Oberstammes ist gleich der Kreisfläche am Messpunkte, multiplizirt mit $^2/_3$ der Richtpunktsoberhöhe.

Da aber der ganze Schaft as aus dem Oberstamme bs und dem unteren Stammstücke (Unterstamm) ba vom Messpunkte bis zum Fusspunkte zusammengesetzt ist, und letzteres ohne wesentlichen Fehler als Walze von der Grundstärke G des Oberstammes betrachtet und daher durch $G \,.\, m$ kubirt werden kann, so ergibt sich der Inhalt des ganzen Schaftes K_s vom Fusspunkte bis zum Scheitel:

$$2)\ K_s = {}^2/_3\ G\ (h - m) + g \,.\, m$$
$$= {}^2/_3\ G \left(h + \frac{m}{2} \right)$$

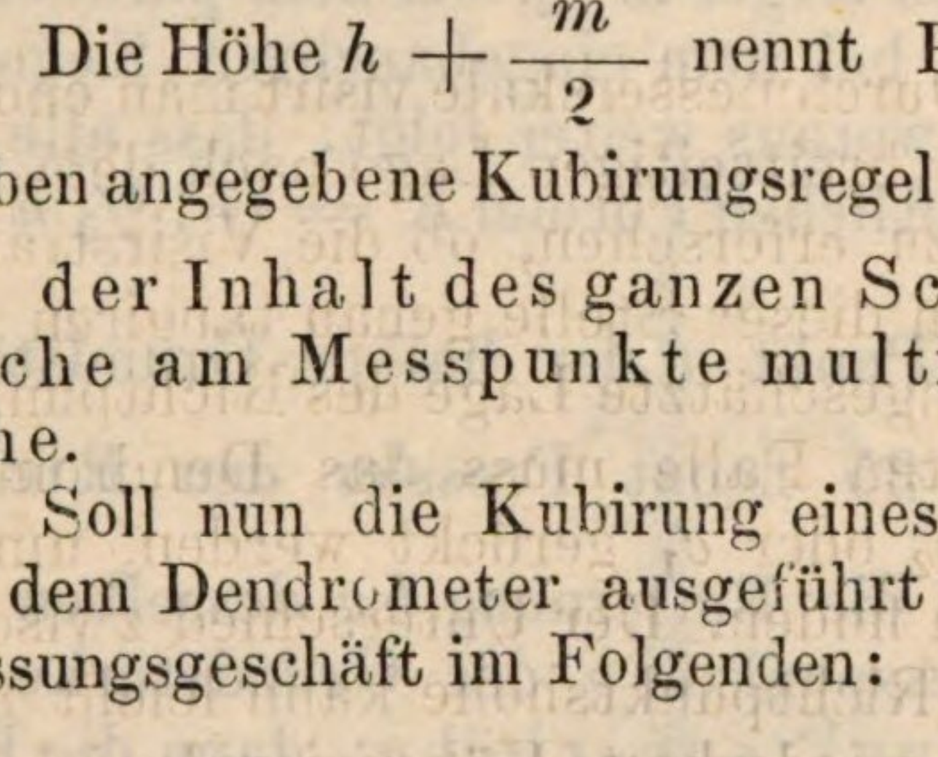
d. h. der Inhalt des ganzen Schaftes wird gefunden, wenn man die Kreisfläche am Messpunkte mit $^2/_3$ der um die halbe Messpunktshöhe vermehrten Richtpunktshöhe multiplizirt.

Die Höhe $h + \frac{m}{2}$ nennt Pressler die Richthöhe. Die soeben angegebene Kubirungsregel lautet daher kürzer ausgedrückt:

der Inhalt des ganzen Schaftes ist gleich der Kreisfläche am Messpunkte multiplizirt mit $^2/_3$ der Richthöhe.

Soll nun die Kubirung eines Stammes nach dieser Methode mit dem Dendrometer ausgeführt werden, so besteht das ganze Messungsgeschäft im Folgenden:

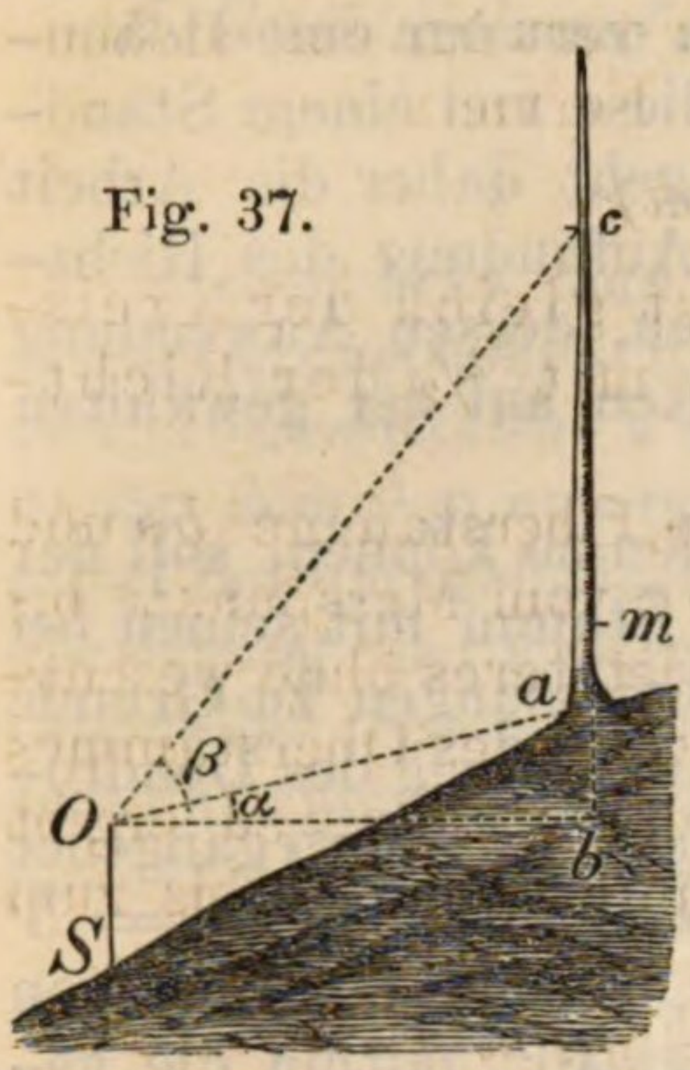
Fig. 36.



1. Man messt zuerst die Standlinie aS Fig. 36, 37 zur Aufstellung des Instrumentes und ermittelt mit der Kluppe oder dem Messbande die Grundstärke des Stammes am Messpunkte m, welcher zur Vermeidung des Wurzelanlaufes bei stärkeren Stämmen in einer Höhe von 4 bis 5′ zu wählen ist.

2. Vom Aufstellungspunkte S aus schätzt man vorläufig die Richtpunktshöhe $ac = h$, d. h. man beurtheilt, wo der Punkt c der

Fig. 37.



halben Grundstärke liegt, indem man die ganze Grundstärke am Messpunkte der Anschauung nach halbirt und sich dieses Maass so weit nach aufwärts bis zum Punkte *c* gerückt denkt, wo die Stärke des Schaftes der halben Grundstärke zu entsprechen scheint.

3. Hierauf visirt man mit dem Dendrometer als Höhenmesser von *O* nach *a* und *c* und nimmt an der Höhenskale die Ablesungen *ab* und *bc* für die Winkel α und β, dann an der Senkelskale die schiefe Entfernung *Oc*. Je nachdem nun der Standpunkt *S* in gleicher Höhe mit dem Fusspunkte *a* des Baumes (Fig. 36) oder tiefer als *a* liegt (Fig 37), geben die beiden Ablesungen an der Höhenskale laut §. 3 und 9 entweder in ihrer Summe $bc + ab$ oder in ihrer Differenz $bc - ab$ die Richtpunktshöhe $ac = h$.

4. Für die vorhin gefundene schiefe Entfernung *Oc* sucht man in der Tafel I. den zur halben Grundstärke gehörigen scheinbaren Durchmesser und stellt den Nonius der Skale genau auf den letzteren ein.

5. Bei dieser Stellung der Durchmesserskale visirt man endlich mit dem Instrumente in seiner breitseitigen Lage nach dem eingeschätzten Richtpunkt *c*, um zu erforschen, ob die Visirstrahlen den Durchmesser des Schaftes an dieser Stelle genau tangiren. Ist dieses der Fall, so ist auch die angeschätzte Lage des Richtpunktes die richtige; im entgegengesetzten Falle muss das Dendrometer etwas auf- oder abwärts gegen c_2 oder c_1 gerückt werden, um die wahre Lage des Richtpunktes zu finden. Der Unterschied zwischen der geschätzten und wirklichen Richtpunktshöhe kann leicht nach dem Augenmaasse oder durch eine wiederholte Höhenvisur berichtiget werden. Aus der um die halbe Messpunktshöhe $\frac{m}{2}$ vermehrten Richtpunktshöhe *h* ergibt sich die zur Kubirung erforderliche Richthöhe $h + \frac{m}{2}$.

Beträgt der Unterschied zwischen der geschätzten und der in der vorigen Art gefundenen wahren Lage des Richtpunktes *c* nur 1 bis 3′, so hat dieses auf die Grösse der schiefen Entfernung *Oc*, mithin auch auf den scheinbaren Durchmesser keinen wesentlichen Einfluss und es kann der daraus hervorgehende Fehler bei der Bestimmung der Richtpunktshöhe unberücksichtigt bleiben. Ist aber der Unterschied zwischen *c* und c_1 oder c_2 grösser, so muss das unter 4 und 5 angegebene Verfahren und zwar mit Zugrundelegung der mit dem Dendrometer bereits verbesserten Lage des Richtpunktes wiederholt werden.

Auch bei dieser Kubirungsmethode wickelt sich das ganze Messungsgeschäft in wenigen Minuten ab, da man nur eine Höhen- und Stärkenmessung auszuführen hat, und diese von einem Standpunkte aus unternommen werden kann. Es geht daher die Arbeit sogar rascher als mit dem von Pressler zur Auffindung des Richtpunktes angegebenen Richtrohre von statten, dessen Anwendung ein zweimaliges Vor- oder Rückwärtsschreiten auf der gewählten Standlinie erfordert.

Um den Erfolg dieser Methode beurtheilen zu können, soll der im §. 18 und 19 als Beispiel angenommene Stamm mit seinen bei der sektionsweisen Kubirung ermittelten Abmessungen zu Grunde gelegt und die Länge der Standlinie $a\,S$ zur Aufstellung des Dendrometers mit $40'$ angenommen werden. Nach vorausgegangener Messung der Grundstärke von $11''$ in der Messpunktshöhe $m = 5'$ und Schätzung der Lage des Richtpunktes c, sei bei der Visur von O nach a und c, die Höhe $ab = 7'$ und $bc = 46'$, mithin die geschätzte Richtpunktshöhe $h = 53'$ und unter einem die zur Visur nach c gehörige schiefe Entfernung $Oc = 61'$ gefunden worden. Sucht man in der Tafel I in der Vertikalspalte der schiefen Entfernungen unter 61 für die halbe Grundstärke $\frac{11}{2} = 5,5''$ der scheinbaren Durchmesser, so findet man denselben mit $0\,\frac{18}{20} = 0,9$

Es muss daher der Nonius der Durchmesserskale auf diesen scheinbaren Durchmesser gestellt werden, um mit demselben bei wiederholter Visur nach c die Richtigkeit des eingeschätzten Richtpunktes zu prüfen. Gesetzt es habe die Visur mit diesem scheinbaren Durchmesser den Schaft bei c genau tangirt, so besitzt er daselbst die halbe Grundstärke und es ist die angeschätzte Lage des Richtpunktes, mithin auch die Richtpunktshöhe $h = 53'$ die richtige. Es beträgt daher die Richthöhe $h + \frac{m}{2} = 53 + 2,5 = 55,5'$.

Sucht man für diese Richthöhe und die gemessene Grundstärke von $11''$ den Kubikinhalt des Baumes mit Benützung einer Kreisflächentabelle, so ist:

$$K = {}^2/_3\, G \left(h + \frac{m}{2} \right) = {}^2/_3 \,.\, 0,66 \,.\, 55,5 = 24,4\ k'$$

oder aus einer Walzentafel:

$$K = 36,6 \times {}^2/_3 = 24,4\ k'.$$

Die Kubirung nach dieser Methode geht sehr rasch, wenn man nach der gemessenen Grundstärke und Richthöhe den Inhalt der entsprechenden Walze aus einer Walzentafel nimmt, und denselben mit $^2/_3$ multiplizirt. Die in den holzwirthschaftlichen Tafeln von Pressler in Tafel VI aus der Grundstärke und Richthöhe abgeleiteten Kubirungsresultate sind nichts Anderes, als die Produkte aus den obigen Faktoren.

d. Rückblick auf die vorstehenden Kubirungsmethoden.

§. 21.

Ueberblickt man den Gang und die Resultate der vorigen Kubirungsmethoden für stehende Bäume, so muss offenbar dem sektionsweisen Verfahren der Vorzug eingeräumt werden, da mit dem ihm unterstellten Principe mehrerer Stärkenmessungen selbst bei unregelmässigen Stämmen jede vorkommende Aus- und Einbiegung berücksichtiget, mithin allen Anforderungen einer rationellen Stammkubirung entsprochen wird. Nur ist sie leider in dem Falle nicht ausführbar, wenn eine dichte und weit herabreichende Kronenbildung die freie Uebersicht des Baumschaftes hindert.

Die Kubirung aus der Stärke in der Hauptmitte oder in der Unter- und Obermitte nach der Huber'schen Formel setzt regelmässige Stämme voraus und liefert nur dann annehmbare Resultate, wenn das Gipfelstück wie in §. 18 für sich behandelt und aus der Länge des entgipfelt gedachten Stammes die Hauptmitte oder die Unter- und Obermitte abgeleitet wird. Ermittelt man hingegen diese Grössen aus der ganzen Scheitelhöhe, so ergeben sich bei stark abholzigen Stämmen, besonders für den Oberstamm aus den im §. 17 angegebenen Gründen, immer zu kleine, bei sehr vollholzigen Stämmen aber zu grosse Resultate.

Die Kubirung nach der Ricke'schen und Hossfeld'schen Formel gibt ebenfalls für regelmässige Baumschäfte ganz gute Ansätze, was ohne Zweifel darin gegründet ist, dass an jenen Stellen, wo für die Anwendung dieser Formeln die Baumstärken gemessen werden müssen, sich die Baumform gewöhnlich am deutlichsten ausspricht. Auf diesen, namentlich für die Hossfeld'sche Formel günstigen Umstand macht auch Oberförster Dr. Bauer in seinem trefflichen Werke über Aufnahme der Bäume und Bestände, besonders aufmerksam.

Die Pressler'sche Methode kann unter gleichen Umständen mit ihren Resultaten den zuletzt genannten Methoden aus dem Grunde gleichgestellt werden, weil der Richtpunkt gleichsam als Regulator für die Kubirung dient. Je vollholziger der Schaft ist, desto höher liegt der Richtpunkt und umgekehrt, wie es auch ganz folgerichtig nach der bezüglichen Baumform und dem davon abhängigen Massengehalte nach sein muss. Dieser Methode dürfte nur der Uebelstand zur Last gelegt werden, dass in manchen Fällen, insbesondere bei kronenreichen Laubhölzern, der Richtpunkt zu weit in die Baumkrone hinauffällt und dort auf jene Unregelmässigkeiten in der Schaftform trifft, welche die Beurtheilung der wahren Lage des Richtpunktes schwierig und unsicher machen.

e. Schätzung des Ast- und Reisigholzes.

§. 22.

Bei allen bisher angeführten Methoden zur Kubirung stehender Bäume mit dem Dendrometer, kann nur die Schaftholzmasse, keineswegs aber der Holzgehalt des ganzen Baumes einschliesslich des Ast- und Reisigholzes ermittelt werden. Soll letzteres mit eingerechnet werden, so kann dieses nur schätzungsweise in Procenten der Schaftholzmasse nach lokalen Erfahrungen oder nach der folgenden, aus Pressler's holzwirthschaftlichen Tafeln entnommenen, aus allgemeinen Erfahrungen abgeleiteten Zahlen geschehen, welche die Ast- und Reisigholzmasse in Procenten der bezüglichen Schaftinhalte für fünf verschiedene Beastungsklassen der herrschenden Holzarten angeben.

Beastung im Verhältniss zur Stammgrösse	**Ist die Baumkrone im Vergleiche zum Schaftholze**					
	I. Sehr ab-holzig	II. Ab-holzig	III. Mittel-holzig	IV. Voll-holzig	V. Sehr voll-holzig	Maxi-mum
Holzarten	**so beträgt das Astholz in Theilen des Schaftholzes**					
Schwachkronige: Birken, Lärchen, Weiden, Pappeln	10%	17%	25%	33%	40%	60%
Mittelkronige: Kiefern, Tannen, Fichten, Erlen,	15%	25%	33%	40%	50%	80%
Starkkronige: Ahorn, Eschen, Ulmen, Buchen, Eichen	25%	33%	40%	48%	60%	100%
Erwachsen im:	**gedrängten**	**dicht geschlossenen**	**mässig geschlossenen**	**räumlichen**	**lichten Stande**	

f. Kubirung stehender Bäume nach Formzahlen.

§. 23.

Wenn man den Kubikinhalt eines Baumes mit jenem einer Walze oder eines geradseitigen Kegels vergleicht, welche mit dem Baume eine gleiche Grundfläche und Höhe haben, so ergibt sich eine Verhältnisszahl, welche man die Formzahl des Baumes nennt.

Setzt man den Kubikinhalt eines Baumes = K, die Grundfläche der entsprechenden Walze oder des Kegels = G und die Höhe = H, so ist die Formzahl f für den betreffenden Baum:

1. im Vergleiche zur Walze, $f = K : GH = \frac{K}{G.H}$

2. im Vergleiche zum Kegel, $f = K : G\,1/3\,H = \frac{K}{G.\,1/3 H}$

d. h. die Walzenformzahl eines Baumes ergibt sich, wenn man den Kubikinhalt desselben durch den Inhalt der entsprechenden Walze; — die Kegelformzahl hingegen, wenn man den Bauminhalt durch jenen des entsprechenden Kegels dividirt. Hieraus folgt auch zugleich, dass für denselben Baum die Kegelformzahl dreimal grösser ist, als die Walzenformzahl.

Gebräuchlicher ist es, den Bauminhalt mit dem einer Walze zu vergleichen und man pflegt die auf obige Art sich ergebende Verhältnisszahl, je nachdem sie auf den Kubikinhalt des Baumschaftes oder des ganzen Baumes einschliesslich des Ast- und Reisigholzes bezogen wird, im ersten Falle die Schaftformzahl im zweiten Falle die Baumformzahl zu nennen.

Bestimmt man aus der obigen Gleichung 1) den Kubikinhalt K des Baumes, so ist:

$K = GHf$, d. h., wenn die Formzahl für einen Baum bereits bekannt ist, so ergibt sich der Kubikinhalt desselben, wenn man den Inhalt der entsprechenden Walze mit der Formzahl multiplizirt.

Die Kubirung stehender Bäume wäre daher in dem Falle sehr einfach, wenn alle Holzarten von verschiedenem Alter, verschiedener Stärke und Höhe eine gleiche Formzahl hätten. Da dieses aber nicht der Fall ist, so muss man für den fraglichen Zweck entweder:

1. Die aus vielen Untersuchungen an liegenden Stämmen abgeleiteten, also aus der Erfahrung hervorgegangenen Formzahlen benützen, oder

2. die Formzahl für jeden konkreten Fall zu erforschen suchen.

ad 1. Die auf dem ersten Wege ermittelten Formzahlen haben nur dann einen wissenschaftlichen Werth, wenn die Durchmesser der Bäume, um ihren Inhalt mit der Idealwalze zu vergleichen und hieraus die Formzahlen abzuleiten, nicht in einer gleichen Höhe (z. B. stets in Brusthöhe oder 4—5′ über dem Boden), sondern in einer mit der Scheitelhöhe im konstanten Verhältnisse stehenden Höhe gemessen werden.

Smalian und nach ihm auch Pressler haben daher vorgeschlagen, bei der Anwendung von Formzahlen zur Kubirung stehender Bäume,

den Durchmesser stets in $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe zu ermitteln. Bei stärkeren, mithin auch höheren Bäumen, um deren Kubirung es sich meistens handelt, fällt dann der Messpunkt in der Regel über den Wurzelanlauf, welcher bei der Stärkenmessung jedenfalls vermieden werden muss.

Die nachfolgende Tabelle enthält die aus Pressler's holzwirthschaftlichen Tafeln entnommenen, auf $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe und im Procentsatze berechneten Schaft- und Baumformzahlen und eine kurze Charakteristik der Formklassen zur Einschätzung der einem Baume zukommenden Formzahl.

Schaftformzahlen.

Holzarten	Minimum	Formklassen					Maximum
		I sehr abformig	II abformig	III mittelformig	IV vollformig	V sehr vollformig	
Lärchen	37	39	41	44	45	48	52
Kiefern	39	41	43	45	47	50	58
Fichten	40	42	44	46	49	52	58
Tannen	40	43	46	48	51	54	59
Birken, Weiden	37	39	41	43	45	48	52
Erlen	39	41	43	45	48	51	60
Ahorn, Ulme, Esche	38	41	44	46	49	52	58
Eichen	39	42	45	47	50	53	60
Buchen	39	42	45	48	50	52	58

Jungh. Mittelh. Alth. Ueberalth.

im mässigen Schlusse erzogen.

Lichterwachs. Stämme stehen $^1/_2$—1 Klasse tiefer; im Drucke erwachs. $^1/_2$—1 Klasse höher.

Baumformzahlen.

Holzarten	Minimum	Formklassen					Maximum
		I sehr abformig	II abformig	III mittelformig	IV vollformig	V sehr vollformig	
Lärchen	39	44	48	51	54	59	70
Kiefern	42	46	49	53	57	64	80
Fichten	42	46	50	54	58	64	70
Tannen	42	47	51	55	59	65	75
Birken, Weiden	40	44	48	51	54	60	67
Erlen	42	48	52	56	60	67	85
Ahorn, Ulme, Esche	42	50	54	58	62	68	85
Eichen	43	53	58	62	66	72	99
Buchen	42	53	57	61	65	79	97

Jungh. Mittelh. Alth. Ueberalth.

im mässigen Schlusse erzogen.

Licht erwachs. stehen $^1/_2$—1 Klasse höher gedrängt erwachs. $^1/_2$—1 Klasse tiefer.

Bei der Anwendung dieser Tabelle zur Kubirung stehender Bäume wird das Dendrometer in der bereits bekannten Weise nur als Höhenmesser gebraucht und mit demselben die Scheitelhöhe, dann mit der Kluppe oder dem Messbande die Grundstärke des Baumes in $^1/_{20}$ dieser Höhe gemessen, und nach der in der Tabelle angegebenen Charakteristik aus der eingeschätzten Formklasse die dem Baumschafte oder dem ganzen Baume zukommende Formzahl entnommen.

Multiplizirt man hierauf den der gemessenen Grundstärke und Höhe entsprechenden Walzengehalt (welcher entweder mit Hilfe einer Kreisflächentabelle berechnet, oder unmittelbar aus einer Walzentafel entnommen werden kann), mit der eingeschätzten Formzahl, so gibt, vermöge der oben angeführten Gleichung $K = G \,.\, H \,.\, f$, das Produkt den Inhalt des Baumes.

Hat man z. B. in einem haubaren Kiefernbestande (Kiefern-Altholze) einen Stamm mit 70′ Höhe, die Grundstärke in $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe, mithin bei 3,5′ über dem Boden (oder wenn die oberirdische Stockholzmasse nicht mitkubirt werden soll, 3,5′ über dem Stockabschnitte) mit 15″ gemessen und die Schaftformzahl des Baumes mit 0,45; die Baumformzahl mit 0,53 eingeschätzt, so ist:

Der Schaftinhalt $K = G \,.\, H \,.\, f = 85{,}9 \,.\, 0{,}45 = 38{,}6\ k'$
„ Bauminhalt $K = G \,.\, H \,.\, f = 85{,}9 \,.\, 0{,}53 = 45{,}5\ k'$

Es ist offenbar einerlei, ob man in den obigen Gleichungen das Produkt von $G \,.\, H$ (Kreisfläche und Scheitelhöhe) mit der Formzahl f oder die Kreisfläche G mit dem Produkte von $H \,.\, f$ multiplizirt. Dieses Produkt aus $H \,.\, f$ (Scheitelhöhe mit der Formzahl) nennt man die Formhöhe (nach König auch die Richthöhe, die aber mit der Pressler'schen Richthöhe nicht verwechselt werden darf) und versteht darunter die Höhe einer Walze, welche mit dem Baume von gleicher Grundstärke einen gleichen Inhalt hat.

Man kann daher auch den Inhalt eines Baumes dadurch finden, dass man zuerst aus der Scheitelhöhe und Formzahl die Formhöhe ableitet, und letztere mit der betreffenden Kreisfläche G multiplizirt, oder den der gemessenen Grundstärke und auf obige Art gefundenen Formhöhe entsprechenden Walzengehalt aus einer Walzentafel entnimmt. Für den oben als Beispiel angenommenen Stamm von 15″ Grundstärke, 70′ Höhe und die Schaftformzahl 0,45, wäre daher der Schaftinhalt

$$K = G \,.\, H \,.\, f = 1{,}23 \times 70 \times 0{,}45 = 1{,}23 \times 31{,}5 = 38{,}7\ k'$$

ad 2. Auf die Methode der Baumkubirung durch Ermittlung der einem Baume zukommenden Formzahl hat zuerst Professor Breymann aufmerksam gemacht, und zu diesem Zwecke das in seinem Werke „Tafeln für Forstingenieure und Taxatoren“ beschriebene Universal-Instrument empfohlen.

Diese Methode gründet sich auf das Gesetz der Durchmesserabnahme in verschiedenen Höhen bei den im obigen Werke als Grundtypen angenommenen Kegelformen u. z. dem geradseitigen, parabolisch ausgebauchten und parabolisch eingebauchten Kegel,

für welche Grundformen sich aus den bei $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe gemessenen Grundstärken, die Walzenformzahlen:

für den geradseitigen Kegel mit 0,367
„ „ parab. ausgeb. „ „ 0,525
„ „ „ eingeb. „ „ 0,240

berechnen.

Messt man den Durchmesser des Baumes in beliebiger Höhe und drückt das Verhältniss dieses Durchmessers zu der bei $^1/_{20}$ der Scheitelhöhe genommenen Grundstärke (dem Normaldurchmesser) aus, so ist man im Stande mit Hilfe der im oben genannten Werke enthaltenen Tafeln durch ein Interpolationsverfahren die dem Baume zukommende Formzahl abzuleiten.

Rücksichtlich der näheren Darstellung dieser Art der Baumkubirung muss auf das genannte Werk hingewiesen und es mag hier nur erwähnt werden, dass man auch mit Hilfe des Taschendendrometers bei Benützung der Breymann'schen Tafeln sehr rasch zum Ziele gelangt, da die Höhen- und Stärkenmessungen mit diesem Instrumente sehr einfach sind und mit der für den fraglichen Zweck hinlänglichen Genauigkeit ausgeführt werden können.

Bei der unter 2. angeführten Methode der Kubirung stehender Stämme mittelst Formzahlen ist man aber nur im Stande, die letzteren für die Schaftholzmassen zu ermitteln. Soll daher der Inhalt des ganzen Baumes einschliesslich des Ast- und Reisigholzes gefunden werden, so muss letzteres für sich nach §. 22 eingeschätzt und zur Schaftholzmasse hinzugerechnet werden.

D. Kubirung ganzer Bestände mit dem Dendrometer.

§. 24.

Bei der Betriebseinrichtung und Ertragsbestimmung der Wälder besteht, nebst andern wichtigen Bestimmungen, eine Hauptaufgabe des Taxators darin, die in einem Wirthschaftsganzen vorhandenen Materialvorräthe wenigstens von den in der nächsten Zeit (1. Periode) zum Abtriebe kommenden Beständen zu ermitteln.

Es kann keineswegs der Zweck dieser Schrift sein, die Art der Ermittlung des Holzvorrathes ganzer Bestände ausführlich zu behandeln; selbe muss hier vielmehr als bekannt vorausgesetzt werden. Anfängern in diesem Fache ist das wegen seiner Reichhaltigkeit und ausführlichen Behandlung dieses Stoffes vortreffliche Werk des Oberförster Dr. Baur »Anleitung zur Aufnahme der Bäume und Bestände nach Masse, Alter und Zuwachs“ besonders zu empfehlen. Hier wird nur angedeutet, in welchen Fällen und in welcher Weise das Dendrometer für den fraglichen Zweck ganz annehmbare Dienste leisten kann.

Sieht man von der rohen, für den Ungeübten höchst unsichern Okularschätzung, dann von den Waldbestandestafeln (Erfahrungstafeln) gänzlich ab, deren Anwendung vorzüglich im Ansprechen künftig anzuhoffender Massenerträge jüngerer Bestände besteht, so erübrigen zur Erforschung der Holzvorräthe alter und mittelalter (haubarer und angehend haubarer) Bestände:

1. die Auszählung und Kluppirung ganzer Bestände;
2. die Schätzung mittelst Probeflächen und
3. die Schätzung mittelst Anwendung der sogenannten Massentafeln.

Bei allen drei Methoden handelt es sich darum, richtige, die mittlere Beschaffenheit des abzuschätzenden Bestandes repräsentirende Modelstämme zu finden, um von diesen auf den Holzgehalt des ganzen Bestandes schliessen zu können. Man mag nun, je nach den obwaltenden Bestandesverhältnissen, die Auswahl eines mittleren Modelstammes als genügend oder für die verschiedenen Stärken- und Höhenklassen die Ermittlung je eines Modelstammes als nothwendig erachten, so erscheint es zur Erzielung guter Resultate immer sehr wünschenswerth, von den ermittelten Modelstämmen immer mehrere Exemplare auszusuchen, diese zu kubiren, und aus ihrem durchschnittlichen Inhalte auf den Massengehalt des Bestandes zu schliessen.

Was insbesondere:

ad 1. die Auszählung und Kluppirung ganzer Bestände anbelangt, so liefert diese ohne Zweifel für die Ermittlung der richtigen Modelstämme die verlässlichsten Resultate. Leider stehen aber der Ausführung derselben auf grossen Flächen nicht selten unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Man denke nur an die Hochgebirgsforste mit ihren oft in einem einzigen Wirthschaftscomplexe auf Tausende von Jochen sich ausdehnenden Flächen der älteren Bestände, dann an die dortigen Terrainverhältnisse, welche schon das Ersteigen der Höhen schwierig genug machen und man wird auf einen Begang dieser Flächen in jenem Detail, wie er zur stammweisen Auszählung der Bestände erforderlich wäre, recht gern Verzicht leisten, vielmehr für eine Unmöglichkeit erkennen.

Auf Flächen von geringer Ausdehnung ist es allerdings vorzuziehen und in manchen Fällen (in Lichtschlägen, sehr unregelmässigen Beständen u. s. w.) sogar geboten, die stammweise Auszählung in bekannter Weise vorzunehmen, dann die ermittelten Modelstämme, und zwar im Falle nur ein mittlerer Modelstamm gesucht wurde, von diesem eine grössere Zahl von Exemplaren (etwa 10 bis 15 Stämme), für den Fall aber, als die Wahl der Modelstämme für verschiedene Stärken- oder Stärken- und Höhen-

klassen erforderlich war, für jede Klasse einige Stämme auszusuchen und mittelst des Dendrometers zu kubiren.

Die Holzmasse ***M*** des ausgezählten Bestandes ergibt sich in dem Falle, wenn nur ein arithmetischer Mittelstamm gesucht und von diesem eine grössere Zahl kubirt wurde, sehr einfach dadurch, dass man den durchschnittlichen Inhalt ***K*** der kubirten Stämme mit der Stammzahl ***Z*** des ganzen Bestandes multiplizirt; es ist daher $M = K \,.\, Z$.

Wurden mehre Stärken- oder Stärken- und Höhenklassen gebildet, für jede derselben ein Modelstamm ermittelt, von diesem wieder eine grössere Anzahl kubirt, und ist der mittlere Inhalt des Modelstammes für die 1., 2., 3. Klasse mit K_1 K_2 K_3 u. s. w., ferner die Stammzahl dieser Klassen beziehungsweise mit Z_1 Z_2 Z_3 u. s. w. gefunden, so ergibt sich die Bestandesmasse $M = K_1 Z_1 + K_2 Z_2 + K_3 Z_3$ .... d. h. die Holzmasse des Bestandes wird gefunden, wenn man den durchschnittlichen Inhalt des Modelstammes jeder Klasse mit der dazu gehörigen Stammzahl multiplizirt und diese Produkte addirt.

In geschlossenen Beständen, wo selbst bei den starkkronigen Laubhölzern die Beastung eine geringere und auf ihren Massengehalt im Vergleiche zum Schaftholze nach §. 22 leichter einschätzbar ist, — insbesondere aber bei den schwachkronigen Nadelhölzern (Fichten, Lärchen, Tannen) und in dem Falle, wenn das Astholz ohnehin nicht verwerthbar ist, und daher gar nicht in die Schätzung einbezogen werden kann, gewährt die Kubirung mit dem Dendrometer durch Förderung der Arbeit wesentliche Vortheile, indem mit demselben bei Anwendung einer einfachen Kubirungsmethode (nach der Hossfeld'schen oder Ricke'schen Formel oder nach Pressler's Methode §. 20) leicht in derselben Zeit 12 bis 15 Stämme auf dem Stocke gemessen als 1 oder 2 Stämme gefällt und liegend kubirt werden können. Berücksichtiget man ferner, dass unter Verhältnissen, wie sie in Hochgebirgsforsten vorkommen, die Fällung einer grösseren Zahl von Modelstämmen aus dem Grunde nicht zulässig ist, weil die vereinzelt liegenden Stämme wegen der Beschwerlichkeit der Bringung oft gar nicht benutzt werden könnten, so erscheint in der That bei der Bestandesaufnahme die Kubirung der Modelstämme mit dem Dendrometer in manchen Fällen keineswegs verwerflich.

ad 2. Die Bestandesaufnahme mittelst Probeflächen wird dann gewählt werden müssen, wenn der stammweisen Auszählung des ganzen Bestandes unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen oder der Zweck überhaupt schneller erreicht werden soll, als es auf dem früheren Wege möglich ist. Die Auswahl und Grösse der Probefläche ist hiebei von entschiedener Wichtigkeit und richtet sich bekanntlich nach der Beschaffenheit, Grösse und nach dem Alter des einzuschätzenden Bestandes.

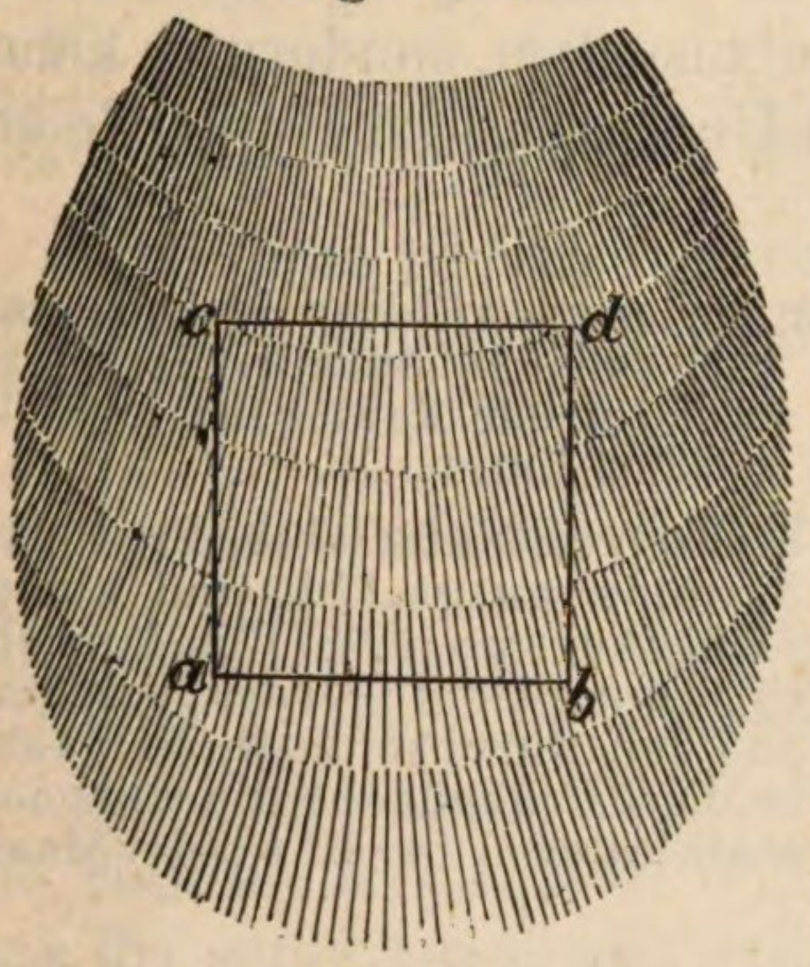
Schon beim Abstecken einer Probefläche, welche am zweckmässigsten in der Form eines Quadrates oder Rechteckes gewählt wird, leistet das Dendrometer als Winkelkreuz und wenn die eine Probefläche begrenzenden Linien auf stark geneigten Flächen zu

messen sind, auch zur Reduktion der schiefen Linien auf die Horizontale, wesentliche Dienste.

Da auf den Forstkarten alle Bestandesaufnahmen in horizontaler Projektion dargestellt sind, so müssen auch die Probeflächen in derselben Art abgesteckt werden. Um das oft sehr aufhältliche Horizontalmessen schiefer Linien zu ersparen, verwendet man das Dendrometer als Horizontal-Reduktor in folgender Weise:

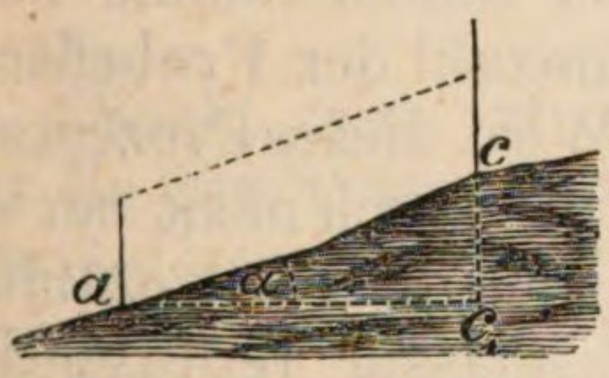
Soll auf dem Abhange Fig. 38 und 39 eine Probefläche von $^1/_4$ Joch $= 400$ □^{0} in Form eines Quadrates, mithin von 20^0 Länge und Breite abgesteckt werden, so stellt man das Dendrometer in

Fig 38.



der hochkantigen Lage im Punkte *a* auf und lässt einen Gehilfen mit einem Visirstabe von der Länge des Stativstockes (der Instrumentenhöhe) in der Richtung gegen *b* am Abhange so lange auf- oder abwärts rücken, bis die Horizontalvisur des Instrumentes das obere Ende des bei *b* aufgestellten Stabes trifft. Hiedurch erhält die Linie *ab* eine horizontale Lage und es kann auf derselben die Länge der einen Quadratseite von 20^0 unmittelbar mit der Kette oder mit der Messschnur aufgetragen werden. Visirt man hierauf mit dem auf der oberen Kante des Instrumentes angebrachten Winkelkreuz nach dem oberen Ende des bei *c* aufge-

Fig. 39.



stellten Visirstabes, dessen Länge ebenfalls der Instrumentenhöhe gleich ist, so gibt die Richtung *ac* die Falllinie und die auf der Senkelskale des Dendrometers bei der Standlinie 20 genommene Ablesung die schiefe Länge *ac* (d. i. die Sekante des Winkels α) an, welche nun in der Richtung von *a* nach *c* aufgetragen werden muss, um der horizontalen Länge ac_1 von 20^0 zu entsprechen. Zeigt z. B. die Senkelskale auf die Sekante von 21, so sind 21^0 auf der schiefen Fläche mittelst einer auf den Boden ausgespannten Kette oder Messschnur aufzutragen.

Noch genauer wird das Resultat, wenn man bei dem vorigen Verfahren bei der Visur nach *c* die Ablesung für die schiefe Länge an der Senkelskale bei der verjüngten Standlinie 100 nimmt und dann für die Standlinie 20 (der horizontalen Länge von 20^0) berechnet. Weiset z. B. im letzten Falle die Senkelskale bei der Visur nach *c* bei der Standlinie 100 auf die schiefe Länge von 105,5, so beträgt dieselbe für die horizontale Länge von 20^0 nach der Proportion:

$$100 : 105{,}5 = 20 : x$$

$$x = \frac{105{,}5 \,.\, 20}{100} = 21{,}1^{o},$$

welche daher auf dem Hange *ac* aufgetragen werden müsste.

Ist die Probefläche auf obige Weise abgesteckt, so erfolgt die Auszählung und Kluppirung der darauf befindlichen Stämme, dann die Ermittlung der Modelstämme in der bekannten Art wie bei der stammweisen Auszählung ganzer Bestände und es kann hierauf die Kubirung der ausgesuchten Modelstämme in einer grösseren Anzahl von Exemplaren mit dem Dendrometer nach der einen oder anderen der im §. 20 angeführten Methoden erfolgen. Bei der Auswahl der Probestämme ist es keineswegs nothwendig, diese nur auf der Probefläche selbst aufzusuchen, sondern es können einige derselben auch in der nächsten Umgebung im Bestande ausgewählt werden.

Aus dem durchschnittlichen Inhalte k der ausgewählten Modelstämme und der Anzahl z der auf der Probefläche vorhandenen Stämme ergibt sich für diese Fläche die Holzmasse $m = k \,.\, z$, aus welcher dann sehr leicht die Holzmasse des ganzen Bestandes ermittelt werden kann.

Hat man z. B. in einem haubaren Fichtenbestande eine Probefläche von 1 Joch abgesteckt, auf derselben 320 Stämme ausgezählt und kluppirt und für den Modelstamm die mittlere Kreisfläche von 0,88 Quadratschuh gefunden, welche einem Durchmesser von $12^{3}/_{4}''$ entspricht; ferner 10 Stämme von dieser Stärke ausgesucht und kubirt und den durchschnittlichen Inhalt eines Stammes mit 33 k′ gefunden, so ist für diese Probefläche die Holzmasse $m = k \,.\, z = 33 \times 320 = 10560$ k′ = 105,6 Normalklafter à 100 k′ solider Maasse.

Bei der Bestandesaufnahme mittelst Probeflächen oder durch Auszählung eines Bestandes von geringer Ausdehnung bewährt sich insbesondere für die Bestimmung der Anzahl der auszuwählenden Modelstämme das vom Oberförster Dr. Draudt bekannt gegebene Verfahren, bei welchem man die Zahl der Modelstämme nach einem Prozentsatze im Vergleiche zur Stammzahl der Probefläche oder des ausgezählten Bestandes bestimmt. Wird dieses Prozentenverhältniss ziemlich hoch gegriffen, so sind hierdurch nicht nur die verschiedenen Stärkenstufen der Stämme auf der ausgezählten Fläche durch die Modelstämme verhältnissmässig repräsentirt, sondern es ergibt sich auch aus dieser grösseren Zahl von Modelstämmen ein richtigerer mittlerer Durchschnitt für die Bestimmung der Holzmasse der ausgezählten Fläche.

Das Verfahren geht aus folgendem Beispiele deutlich hervor.

In einem regelmässigen Fichtenbestande seien auf einer 1 Joch grossen Probefläche 320 Stämme von den unten angegebenen Stärkestufen und mit der für die letzteren angesetzten Stammzahl ausgezählt und kluppirt worden. Wenn man sich entschieden hat, von der obigen Stammzahl 5 Prozent oder 0,05 an

Modelstämmen auszuwählen, so ergeben sich für obige 320 Stämme $320 \times 0{,}05 = 16$ Modelstämme im Ganzen. Für die einzelnen Stärkestufen mit der unten angegebenen Stammzahl, ist die Zahl der Modelstämme, wenn man die hiebei sich ergebenden grössern Bruchtheile auf ganze Zahlen ergänzt und die kleineren unberücksichtigt lässt, folgende:

für	36	Stämme	von	10″	Durchmesser	$36 \times 0{,}05 = 1{,}80$	oder	2
„	45	„	„	11	„	$45 \times 0{,}05 = 2{,}35$	„	2
„	62	„	„	12	„	$62 \times 0{,}05 = 3{,}10$	„	3
„	84	„	„	13	„	$84 \times 0{,}05 = 4{,}20$	„	4
„	42	„	„	14	„	$42 \times 0{,}05 = 2{,}10$	„	2
„	35	„	„	15	„	$35 \times 0{,}05 = 1{,}75$	„	2
„	16	„	„	16	„	$16 \times 0{,}05 = 0{,}80$	„	1

Probestämme

„320 Stämme zusammen ist die Zahl der Probestämme = 16

Sind diese 16 Stämme von der bezüglichen Stärke ausgewählt, mit dem Dendrometer nach einer der im §. 20 angegebenen Methoden kubirt, und der summarische Inhalt mit 529,6 k‘ gefunden worden, so ist der durchschnittliche Inhalt eines Stammes $= \frac{529{,}6}{16} = 33{,}1$ k‘, daher die Holzmasse der Probefläche $m = k \,.\, z = 33{,}1 \times 320 = 10592$ k‘ oder 105,9 Normalklafter.

Ermittelt man die Holzmasse m der Probefläche dadurch, dass man die Kreisfläche G der sämmtlichen ausgezählten Stämme dann die summarische Kreisfläche g der ausgewählten Modelstämme und die Holzmasse k der letzteren in Proportion setzt, so ist

$$g : G = k : m \text{ und}$$
$$m = \frac{G}{g} \times k$$

Sucht man im obigen Beispiele die summarische Kreisfläche für die 320 Stämme, sowie die Kreisfläche für die 16 Modelstämme aus den angegebenen Stärken, so ist $G = 286{,}5 \square'$ und $g = 14{,}47 \square'$ und setzt man ferner für die Probestämme den summarischen Inhalt wie oben $k = 529{,}6$ k‘, so ist nach der obigen Gleichung:

$$m = \frac{G}{g} \,.\, k = \frac{286{,}5}{14{,}47} \times 529{,}6 = 10597 \text{ k‘ oder}$$
$$105{,}9 \text{ Normalklafter.}$$

ad 3. Die Bestandesaufnahme mittelst sogenannter Massentafeln ist ein sehr einfaches Verfahren und liefert bei vorsichtiger Anwendung derselben ganz gute Resultate. Die besten bisher bekannt gewordenen Tafeln dieser Art sind die baierischen Massentafeln, welche vom kön. baier. Ministerial-Forstbureau veröffentlicht

und später vom Oberförster Stahl für Preussen, vom Oberförster Buschek für Oesterreich auf die landesüblichen Maasse umgerechnet wurden. Die von Buschek auf österreichisches Maass umgerechneten Tafeln sind in den Verhandlungen der Forstsektion für Mähren und Schlesien vom Jahre 1855 enthalten.

Diese verdienstliche und mühevolle Arbeit verdient eine grössere Verbreitung unter dem forstlichen Publikum Oesterreichs, als es in der That der Fall zu sein scheint, da sie besonders geeignet ist, das Geschäft der Bestandesschätzung wesentlich zu erleichtern.

In der Absicht, auf den Werth der Buschek'schen Tafeln hinzuweisen, werden dieselben hier in der Tafel III im Auszuge mitgetheilt.

Die Einrichtung dieser Massentafeln gründet sich auf die aus zahlreichen Messungen an liegenden Stämmen hervorgegangene Thatsache, dass Bäume von gleicher Holzart, gleicher Stärke und Höhe und ziemlich gleichem Alter, in ihren Formzahlen nicht wesentlich von einander abweichen, daher auch nahezu einen gleichen Inhalt haben. Die Massentafeln können daher schon zur Kubirung einzelner Stämme angewendet werden, indem sie den Inhalt aus der gemessenen Grundstärke (Durchmesser in Brusthöhe) und Höhe eines Baumes von beiläufig angeschätztem Alter, in vielen Fällen mit ziemlicher Genauigkeit angeben. Insbesondere liefern sie aber bei Einschätzung des Holzgehaltes ganzer Bestände überraschend gute Resultate, weil es eben im Prinzipe dieser Tafeln liegt, die aus zahlreichen Messungen, mithin aus einem grossen Durchschnitte hervorgegangenen Resultate der Kubirung einzelner Stämme wieder auf das Grosse, d. i. auf ganze Bestände, anzuwenden.

Die nähere Einrichtung und den Gebrauch dieser Tafeln betreffend, muss auf das erwähnte Originalwerk und jenes von Oberförster Buschek hingewiesen werden. Hier wird nur angedeutet, in wie ferne auch beim Gebrauche dieser Tafeln das Dendrometer annehmbare Dienste zu leisten vermag.

Die Anwendung der Massentafeln setzt ebenfalls, wie die früher angegebenen Methoden der Bestandesaufnahme, die Auszählung und Kluppirung eines Bestandes oder einer Probefläche voraus. Ferner ist nothwendig, von jeder Stärkestufe die mittlere Höhe der Bäume mit einem Dendrometer zu bestimmen. Nach den gemessenen Grundstärken und durchschnittlichen Höhen kann aus den Tafeln der Kubikinhalt eines Baumes von jeder Stärkenstufe unmittelbar entnommen werden, und wenn man denselben mit der zur betreffenden Stärke gehörigen Anzahl von Stämmen multiplizirt, so gibt die Summe dieser Produkte die Holzmasse des ausgezählten Bestandes oder der Probefläche. Bezeichnet man den für

jede gemessene Stärke und durchschnittliche Höhe aus den Tafeln entnommenen Kubikinhalt eines Stammes mit k_1 k_2 k_3 . . . und die bezügliche Stammzahl mit z_1 z_2 z_3 . . ., so ist des Bestandes Holzmasse $M = k_1 z_1 + k_2 z_2 + k_3 z_3 \ldots$.

Bei dieser Bestandesschätzung nach Massentafeln leistet mithin das Dendrometer schon zur Höhenmessung der Bäume wesentliche Dienste, und es können letztere noch dadurch erweitert werden, dass man von den ausgezählten Stämmen der verschiedenen Stärkestufen mehrere Exemplare nach einer der im §. 20 angeführten Methoden mit dem Dendrometer kubirt, und die Resultate mit den Angaben in den Massentafeln vergleicht. Diese Kubirung nimmt aus dem Grunde keinen bedeutenden Zeitaufwand in Anspruch, weil die Messung der erforderlichen Stärken, wenn selbe mit dem Dendrometer gleichzeitig bei der ohnehin unvermeidlichen Höhenmessung ausgeführt wird, sehr rasch von statten geht. Sie bewahrt zugleich den Schätzer vor einem leicht möglichen Fehler bei der Anwendung dieser Tafeln, welcher darin bestehen kann, dass das Alter des einzuschätzenden Bestandes unrichtig angesprochen und aus den Tafeln Angaben entnommen wurden, welche für den betreffenden Bestand gar nicht passen, da bekanntlich die Formzahlen der Bäume unter übrigens gleichen Umständen mit zunehmendem Alter steigen und daher der Inhalt der Bäume von gleicher Stärke und Höhe, aber verschiedenem Alter, oft wesentlich differirt.

Bei Schätzungen in regelmässigen Fichten-, Tannen- und Lärchenbeständen, für welche Holzarten die Massentafeln nur die Schaftholzmasse angeben, das Astholz aber ebenso wie bei der Kubirung mit dem Dendrometer eingeschätzt werden muss; insbesondere aber in jenen Fällen, wo das Astholz als unbenutzbar gar nicht in Rechnung kommt, kann die vorhin angedeutete Anwendung des Dendrometers zur Baumkubirung und der Vergleich dieser Resultate mit den Angaben in den Massentafeln nur zweckdienlich sein und es ist kein Grund vorhanden, die von dem fraglichen Instrumente in diesem Falle zu erwartenden Dienste gänzlich von sich zu weisen.

II. Anwendung des Dendrometers zum Messen und Abstecken von Linien, Winkeln und Flächen.

a. Messen und Abstecken von Linien und Winkeln.

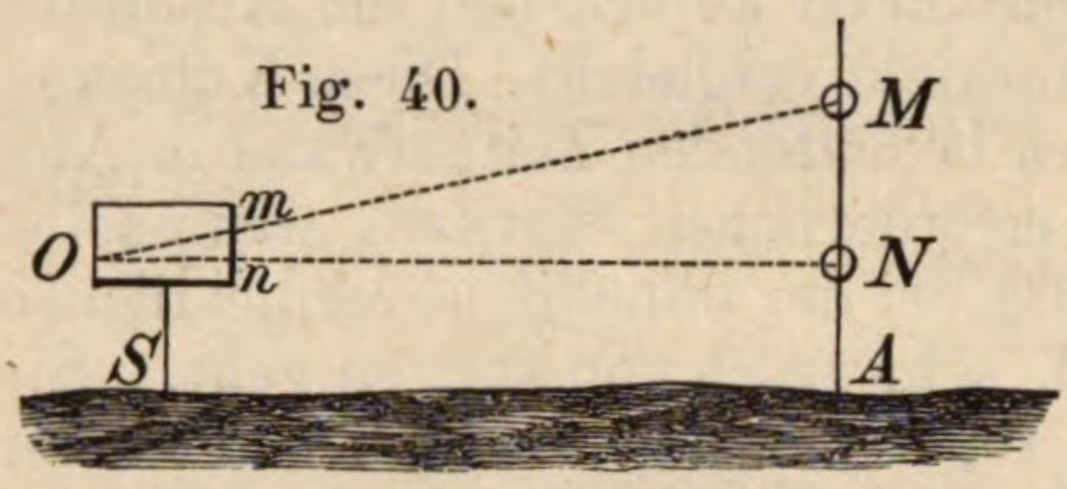
§. 25.

Betrachtet man die im §. 8 angegebene Gleichung $MN = \frac{OM \,.\, z}{10}$, welche dazu dient, um bei einer in Fussen bekannten

Entfernung OM und dem mittelst der Durchmesserskale beobachteten scheinbaren Durchmesser z den wirklichen Durchmesser MN in Zollen zu finden, und bestimmt aus dieser Gleichung OM, so erhält man $OM = \frac{MN \,.\, 10}{z}$.

Diese Gleichung kann angewendet werden, um aus der Ablesung z an der Durchmesserskale beim Anvisiren einer Ziellatte MN von konstanter Länge (z. B. von 72, 60, 48 oder 36″), die Entfernung OM in Fussen zu finden.

Fig. 40.



Stellt man sich nämlich mit dem in der hochkantigen Lage auf das Stativ aufgesteckten Dendrometer auf der zu messenden Linie AS Fig. 40 im Punkte S auf, fasst mit dem zur Durchmesserskale gehörigen Visirmittel mn die in einem konstanten Abstande befindlichen Zielscheiben M und N der im Punkte A aufgestellten Ziellatte, so erhält man aus der an der Durchmesserskale genommenen Ablesung $mn = z$, und dem in Zollen bekannten Abstande MN der Zielscheiben, die Entfernung $OM = SA$ in Fussen.

Ist z. B. der konstante Abstand $MN = 72''$ oder 1^0 und die Ablesung $z = 15{,}0$, so ist:

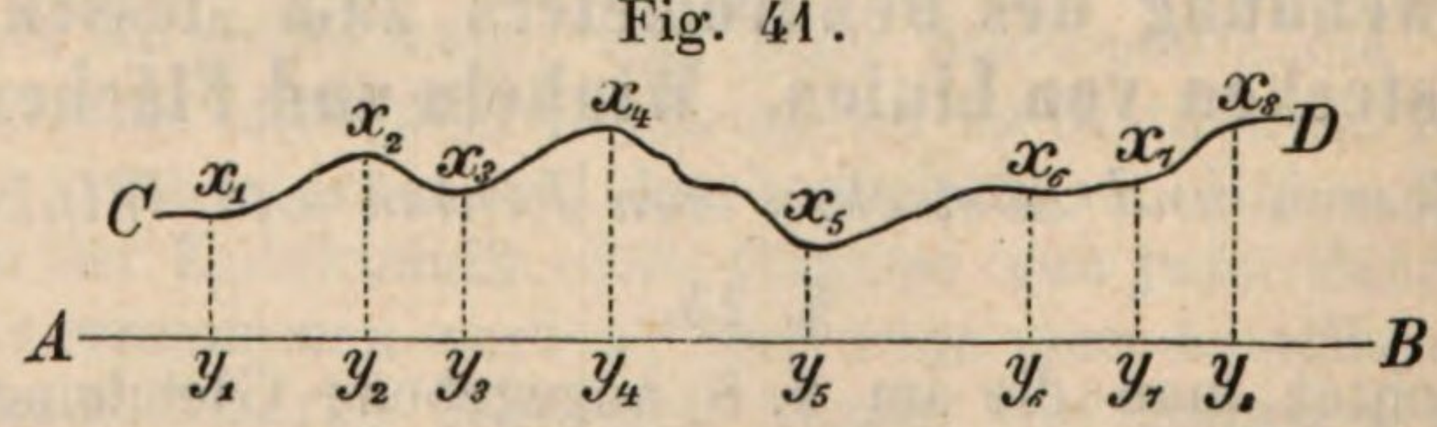
$$OM = \frac{72 \times 10}{15{,}0} = \frac{720}{15} = 48' = 8^0.$$

Beträgt bei derselben Konstante MN die Ablesung $z = 5^8/_{20} = 5{,}4$, so ist:

$$OM = \frac{72 \times 10}{5{,}4} = \frac{720}{5{,}4} = 133{,}3' = 22{,}2^0.$$

In dieser Anwendung ist daher das Dendrometer ein Distanzmesser und eignet sich vorzüglich zu Ordinatenmessungen in steilen Schluchten, wo mit einem andern Instrumente schwer zu arbeiten und auch die Messung mit dem Klafterstabe sehr umständlich ist.

Fig. 41.



Soll z. B. Fig. 41 die längs dem Graben CD hinlaufende Grenze mittelst Abscissen und Ordinaten aufgenommen werden,

so stellt man sich an den Fusspunkten $y_1, y_2, y_3 \ldots$. der auf die Abscissenlinie AB gedachten Ordinaten auf, lässt einen Gehilfen mit der Ziellatte in der Schlucht von einem Ordinatenpunkte zum andern $x_1, x_2, x_3 \ldots$ vorwärts schreiten, und beobachtet mittelst des Dendrometers die an diesen Punkten sich ergebenden Ablesungen z beim Anvisiren der in einem konstanten Abstande MN befindlichen Zielscheiben. Aus diesen Ablesungen z und der Konstante MN können nach der obigen Gleichung die Ordinaten berechnet und auf der Abscissenlinie durch Verzeichnung aufgetragen werden.

Sind die Ordinaten von geringer Länge, etwa 4—8°, was leicht nach dem Augenmaasse beurtheilt werden kann, so wählt man an der Ziellatte die Konstante MN mit $36'' = 3'$, für grössere Entfernungen hingegen die Konstante mit $72'' = 1^0$.

Uebrigens lassen sich mit einer noch befriedigenden Genauigkeit von 1 Perzent nur solche Ordinaten messen, welche höchstens eine Länge von 20 bis 24° haben. Ueber diese Grenze hinaus liefert das Instrument keine brauchbaren Resultate.

Beim Anvisiren der Ziellatte von der auf dem erhöhten Rande der Schlucht gemessenen Abscissenlinie aus, ergeben sich die berechneten Ordinaten nach der schiefen Länge bis zu den tiefer gelegenen Zielpunkten und müssen daher auf die Horizontale zurückgeführt werden. Da das Dendrometer beim Anvisiren der Ziellatte unter Einem an der Winkelskale den Neigungswinkel angibt, so lässt sich diese Reduktion entweder aus einer schon berechneten Reduktionstabelle unmittelbar entnehmen oder mit Hilfe der in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Faktoren sehr leicht ausführen.

Neigungswinkel in Graden	Horizontale, wenn die Schiefe = 1	Neigungswinkel in Graden	Horizontale, wenn die Schiefe = 1	Neigungswinkel in Graden	Horizontale, wenn die Schiefe = 1	Neigungswinkel in Graden	Horizontale, wenn die Schiefe = 1	Neigungswinkel in Graden	Horizontale, wenn die Schiefe = 1	Neigungswinkel in Graden	Horizontale, wenn die Schiefe = 1
½	0,999	8—	0,990	½	0,964	23—	0,920	½	0,862	38—	0,788
1—	0,999	½	0,989	16—	0,961	½	0,917	31—	0,857	½	0,782
½	0,999	9—	0,988	½	0,958	24—	0,913	½	0,852	39—	0,777
2—	0,999	½	0,986	17—	0,956	½	0,909	32—	0,848	½	0,771
½	0,999	10—	0,985	½	0,953	25—	0,906	½	0,843	40—	0,766
3—	0,999	½	0,983	18—	0,951	½	0,902	33—	0,838	½	0,760
½	0,998	11—	0,982	½	0,948	26—	0,898	½	0,833	41—	0,754
4—	0,997	½	0,980	19—	0,945	½	0,894	34—	0,829	½	0,748
½	0,997	12—	0,978	½	0,943	27—	0,891	½	0,824	42—	0,743
5—	0,996	½	0,976	20—	0,939	½	0,887	35—	0,819	½	0,737
½	0,995	13—	0,974	½	0,936	28—	0,883	½	0,814	43—	0,731
6—	0,994	½	0,972	21—	0,933	½	0,878	36—	0,809	½	0,725
½	0,993	14—	0,970	½	0,930	29—	0,874	½	0,803	44—	0,719
7—	0,992	½	0,968	22—	0,927	½	0,870	37—	0,798	½	0,713
½	0,991	15—	0,966	½	0,923	30—	0,866	½	0,793	45—	0,707

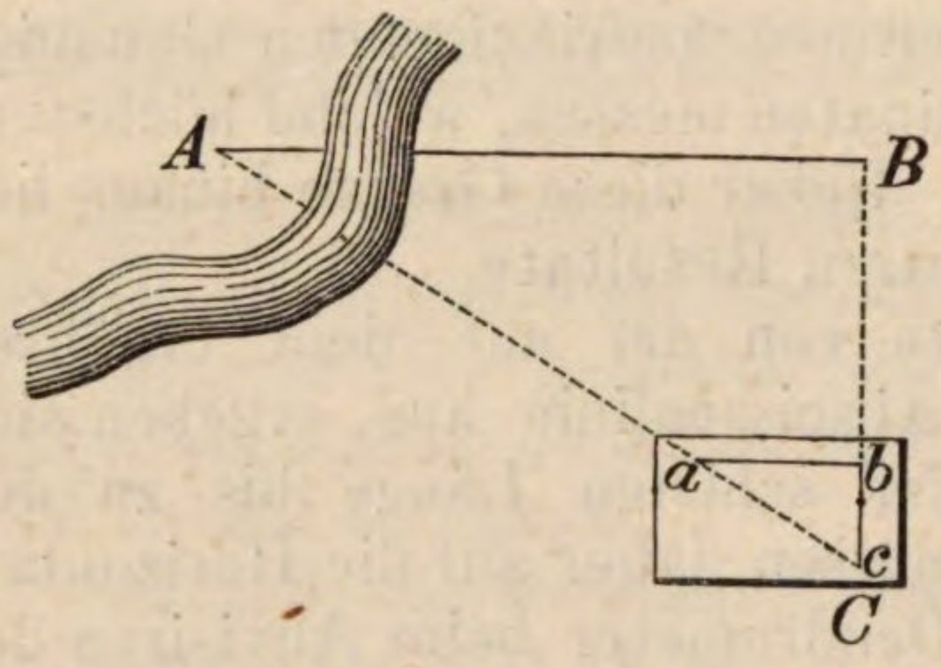
§. 26.

Ausser der vorhin angegebenen Methode mittelst der Durchmesserskale kleine Distanzen zu messen, können auch indirekte Linienmessungen mittelst der Höhenskale ausgeführt werden, wenn man hiebei das Dendrometer zugleich in seiner Eigenschaft als Kreuzscheibe benützt.

Ueberhaupt lassen sich alle geodätischen Aufgaben, welche mit der Kreuzscheibe gelöst werden können, auch mit dem Dendrometer und einige dieser Aufgaben viel einfacher und sogar auch richtiger ausführen, da man in der Regel nur eine einzige Hilfslinie zu messen braucht.

Das einfache Verfahren ist in folgenden Beispielen ersichtlich.

Fig. 42.



Aufgabe. Es sei die Linie AB in Fig. 42 zu messen, welche an dem einen Endpunkte A unzugänglich ist.

Auflösung. Man stellt sich mit dem Dendrometer auf den Punkt B, errichtet daselbst, indem man das Instrument als Kreuzscheibe benützt, die Senkrechte BC und trägt auf derselben von B gegen C eine Standlinie von 20, 40, 60, 80 oder 100 Klafter auf, je nachdem es die Länge der zu messenden AB erfordert. Hierauf begibt man sich auf den Punkt C und stellt das Instrument in seiner breitseitigen Lage (die Höhenskale nach oben gerichtet) so auf, dass der Drehungspunkt c der Senkelskale, d. i. der Anfangspunkt der verjüngten Standlinie des Instrumentes, über den Punkt C auf dem Felde zu stehen kommt. Ist diess geschehen, so legt man die mit kleinen Dioptern versehene Senkelskale genau an die verjüngte Standlinie des Instrumentes, orientirt dasselbe nach der gemessenen Standlinie CB auf dem Felde und visirt endlich mit dem von b nach a gerückten Diopter nach dem Punkt A auf dem Felde. Die zur verjüngten Standlinie gehörige Ablesung ab an der Höhenskale gibt dann unmittelbar die Entfernung AB.

Hat man z. B. die Standlinie BC mit 20^0 gemessen und nach dem obigen Verfahren auf der zur verjüngten Standlinie gehörigen Höhenskale $ab = 40{,}5$ abgelesen, so ist die Entfernung $AB = 40{,}5^0$.

Vermöge der Konstruktion des Instrumentes und des obigen Verfahrens sind nämlich $\sphericalangle ABC = \sphericalangle abc$, sowie $\sphericalangle ACB = \sphericalangle acb$ und die Linie CB proportionirt mit cb, folglich die Dreiecke ACB und acb ähnlich.

Es verhält sich daher:

$$AB : BC = ab : bc$$

$$AB = \frac{BC}{bc} \times ab$$

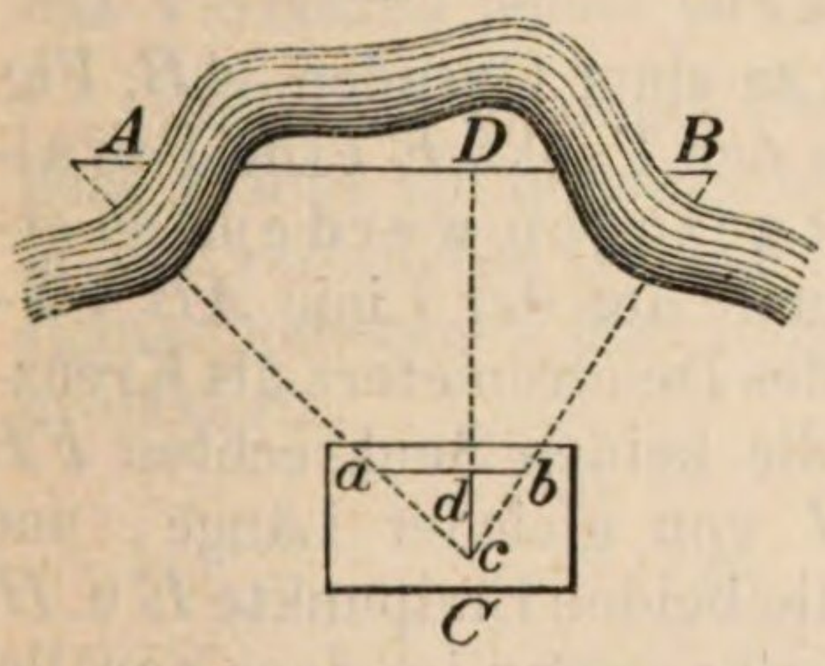
Da nun das Zahlenverhältniss der gemessenen wirklichen und verjüngten Standlinie $\frac{BC}{bc} = 1$ ist, so ergibt sich $AB = ab$, d. h. die Ablesung ab im verjüngten Maasse gibt die Länge AB im wirklichen Maasse unmittelbar an.

Aus gleichem Grunde ist auch $AC = ac$ oder die Ablesung ac an der Senkelskale gibt auch die Entfernung AC im wirklichen Maasse.

Da die zur verjüngten Standlinie 20 und 100 gehörigen Linien der Höhenskale in einzelne Theile getheilt sind, an welchen auch noch Halbe- und Viertheile geschätzt werden können, so lässt sich hieraus die Genauigkeit beurtheilen, welche von dergleichen Messungen zu erwarten ist.

Am geeignetsten ist es, die Ablesungen auf der zur verjüngten Standlinie 100 gehörigen Höhenlinien zu nehmen und für eine andere gewählte Standlinie von etwa 40, 60 oder 80 durch Multiplikation mit 0,4, 0,6, 0,3 zu reduciren. Reicht die zur Standlinie 100 gehörige Höhenskale zur Ablesung nicht aus, so nimmt man letztere bei der Standlinie 20, und nimmt das Resultat 2-, 3-, 4fach, je nachdem die gemessene Standlinie 40, 60 oder 80 Einheiten enthält.

Fig. 43.



Ist die zu messende Linie AB Fig. 43 an beiden Endpunkten unzugänglich, kann aber zwischen denselben der Punkt D gewählt werden, so errichtet man aus dem letzteren mit dem Dendrometer als Kreuzscheibe die Senkrechte CD und visirt wie im früheren Falle vom Endpunkte C der gemessenen Standlinie mit dem nach D orientirten Instrumente die Punkte A und B an. Aus gleichen Gründen wie oben ist dann die Ablesung $ad + db = AD + DB$ oder $ab = AB$.

Fig. 44.

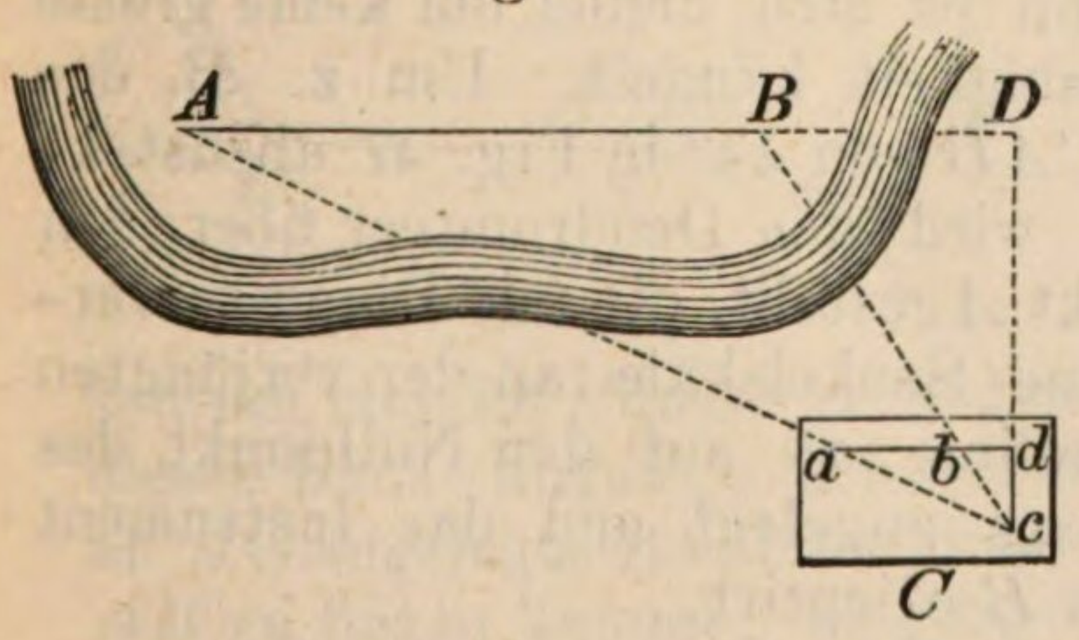
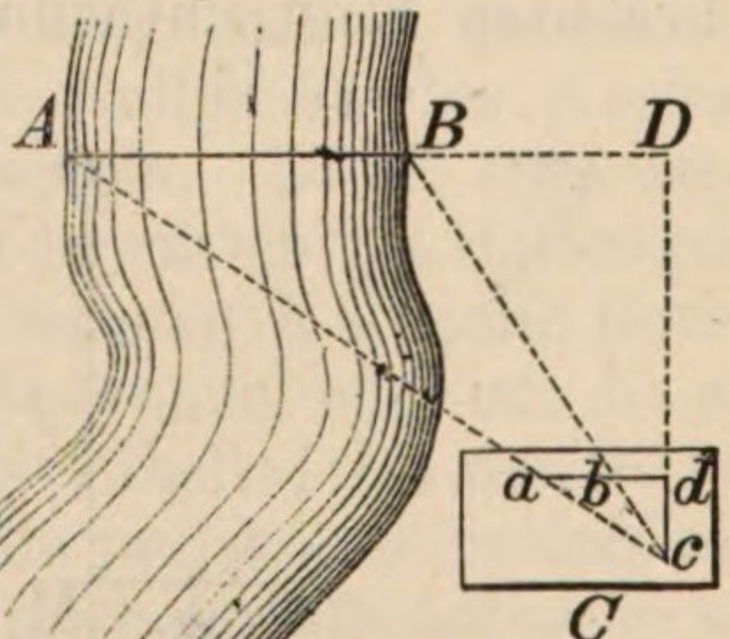


Fig. 45.



Aufgabe. Es sei die an beiden Endpunkten unzugängliche Gerade AB Fig. 44, oder die Breite AB eines Flusses Fig. 45 zu

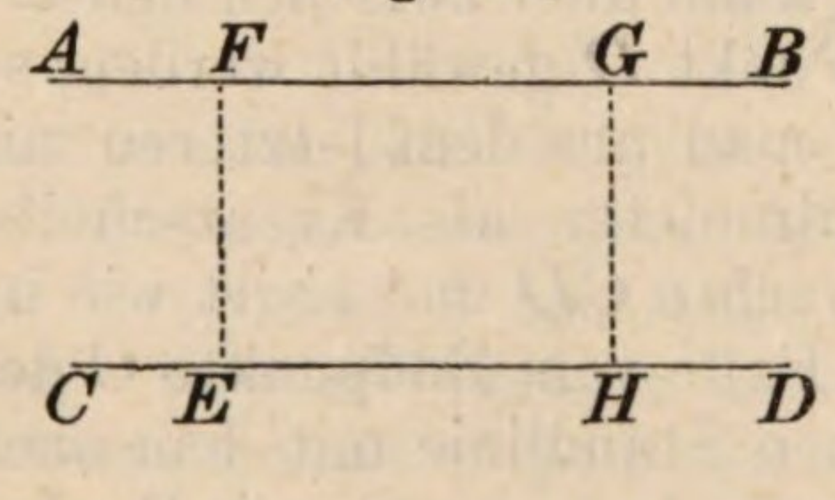
messen, wenn in beiden Fällen in der Verlängerung von AB die Wahl des Punktes D möglich ist.

Auflösung. Man stellt sich mit dem Dendrometer in den in der Verlängerung der Linie AB gelegenen Punkt D auf, (welchen man, wenn die Breite des Flusses AB gemessen werden soll, dadurch bestimmt, dass man nach einem am jenseitigen Ufer sichtbaren Punkt A einen zweiten in senkrechter Richtung auf dem Stromstrich gelegenen Punkt B aufsucht), errichtet daselbst die Senkrechte CD und visirt von dem Endpunkte C der gemessenen Standlinie, nachdem man, wie in der vorigen Aufgabe, das Instrument gegen D orientirt, auf die Punkte A und B. Da die Linie $AB = AD - DB$ ist, so geben die korrespondirenden Ablesungen $ad - db$ am Instrumente die Länge der zu messenden Linie AB.

§. 27.

Die Eigenschaft des Dendrometers, als Kreuzscheibe zu dienen, so wie die an der Fläche der Höhenskale angebrachte Winkelskale, macht ihn geeignet, zu einer gegebenen Geraden eine Parallele, dann Winkel von jeder Grösse, sowie Linien in beliebiger Richtung abzustecken.

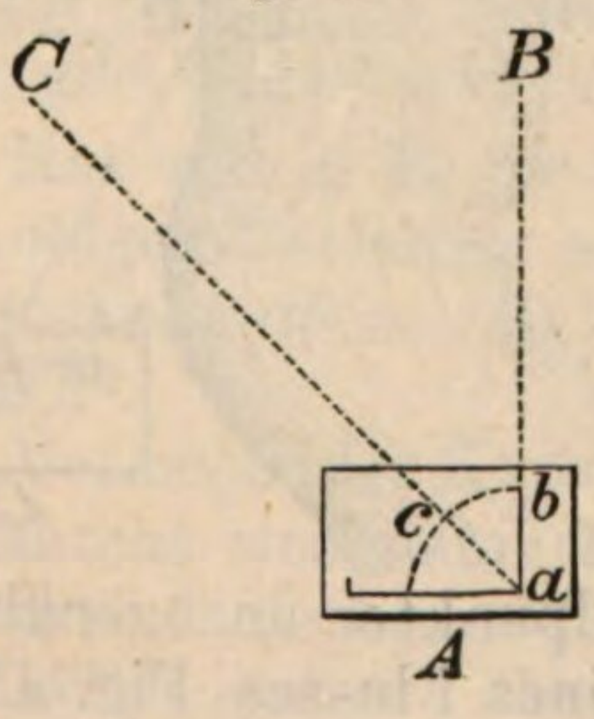
Fig. 46.



Soll zu einer Geraden AB, Fig. 46, durch den Punkt E eine Parallele CD gezogen werden, so errichtet man auf der Linie AB vermittelst des Dendrometers als Kreuzscheibe die beiden Senkrechten FE und GH von gleicher Länge, und markirt die beiden Endpunkte E u. H. Die Verbindungslinie EH und ihre Verlängerung ist dann parallel mit AB.

Eben so einfach ist das Abstecken der Winkel von gegebener Grösse, mittelst der auf der Fläche der Höhenskale angebrachten Kreiseintheilung, wenn es sich hiebei um keine grosse Genauigkeit handelt. Um z. B. den $\sphericalangle CAB$ von 44^0 in Fig. 47 abzustekken, wird das Dendromteer über den Punkt A gestellt, die mit Dioptern versehene Senkelskale an der verjüngten Standlinie ab auf den Nullpunkt des Kreises angelegt und das Instrument nach B orientirt.

Fig. 47.



Wenn hierauf die Senkelskale auf 44^0 der Kreiseintheilung eingestellt und

in der Richtung von AC der durch die Visur angezeigte Punkt C mit einem Stabe markirt wird, so ist der $\sphericalangle CAB = 44^0$.

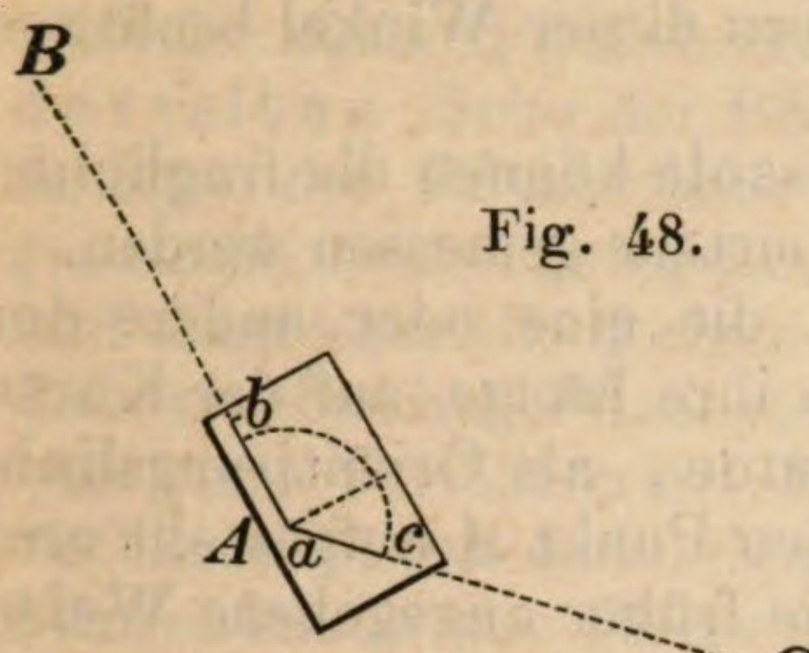


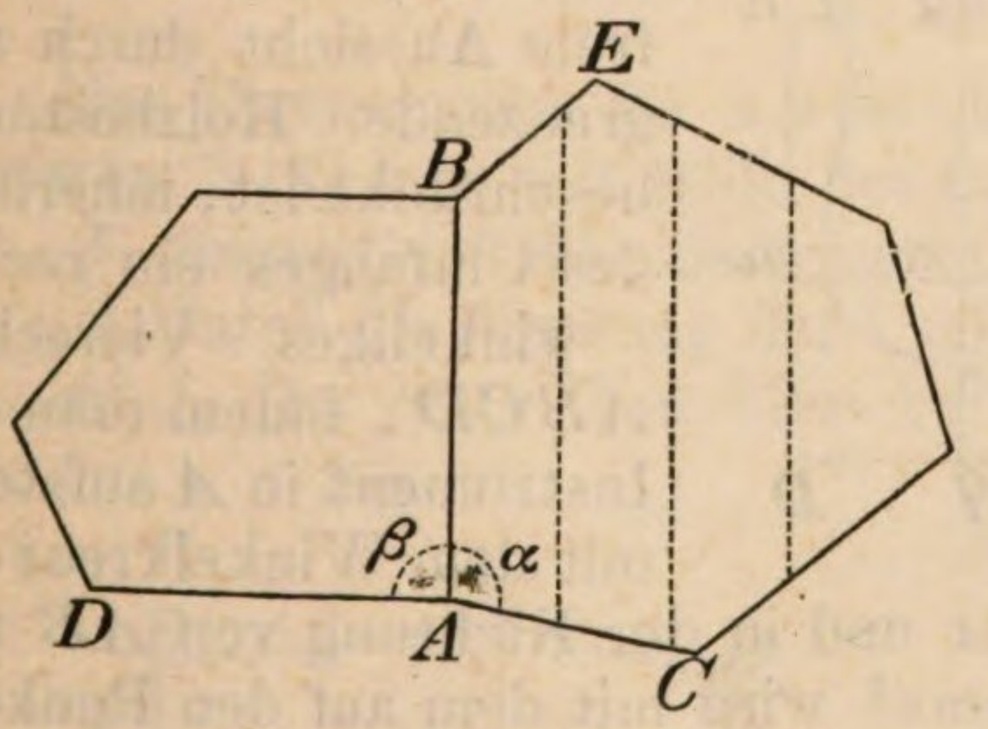
Fig. 48.

Ist der abzusteckende $\sphericalangle CAB$ wie in Fig. 48 ein stumpfer, so benutzt man die Linie ab auf dem Dendrometer als Orientirungslinie, indem man die Senkelskale an den Punkt 90 der Gradskale anlegt, das Instrument gegen B orientirt und hierauf die Senkelskale bis zu jenem Grade der Kreistheilung vorschiebt, dass bei der Visur nach C der $\sphericalangle CAB$ die verlangte Grösse erhält. Da die Theilung des Gradbogens vom Nullpunkte aus auf der einen Seite bis 90^0, auf der anderen mindestens bis 40^0 reicht, so lassen sich auf diese Art stumpfe Winkel bis zur Grösse von 130^0 unmittelbar, sowie durch Theilung und Addition auch alle grösseren Winkel abstecken.

In dieser Eigenschaft als Winkelmesser kann daher das Dendrometer auch angewendet werden, um im Walde eine Schneisse oder eine Holzschlagslinie abzustecken und es ist hiebei das Verfahren jenem mit der Boussole sehr ähnlich.

Soll z. B. in einem Bestande Fig. 49 an die bereits abgetriebene Fläche ein neuer Schlag angereiht werden, so wird derselbe in der verlangten Grösse und in der durch wirthschaftliche Rücksichten gebotenen Richtung der Schlaglinie AB auf der Forstkarte projektirt.

Fig. 49.



Hierauf legt man eine Anschlagboussole mit einem Rande genau an die Umfangslinie AC und dreht die Karte sammt der aufgelegten Boussole so lange nach rechts oder links, bis die Nordspitze der Magnetnadel genau auf den Nullpunkt des Kreises einspielt. Dreht man dann auf der mit einigen Heftnägeln befestigten Karte die Boussole um eine im Punkte A eingesteckte Piquirnadel oder um die an diesen Punkt angelegte scharfe Ecke einer Libelle, bis der früher an AC angelegte Rand der Boussole an die projektirte Schlaglinie AB zu liegen kommt, so gibt die Nordspitze der Megnetnadel an der Kreiseintheilung die Grösse des $\sphericalangle CAB$ in Graden an, welche man sich in einer nach der Karte gezeichneten Handskizze vor-

merkt. Auf dieselbe Weise kann auch die Grösse des $\sphericalangle DAB$ mit der Boussole gemessen und vorgemerkt werden, um beim Abstecken im Walde den einen oder andern dieser Winkel benützen zu können.

In Ermanglung einer Anschlagbussole können die fraglichen Winkel auch mit einem genauen Transporteur gemessen werden.

Beim Abstecken im Walde wird die eine oder andere der Umfangslinien AC oder AD, nachdem ihre Länge auf der Karte abgegriffen und im Walde gemessen wurde, als Orientirungslinie benützt, das Dendrometer genau über den Punkt A aufgestellt und der Winkel CAB oder DAB auf die früher angegebene Weise abgesteckt, wodurch sich die Richtung der Schlaglinie AB ergibt, welche durch einen Visirstab markirt und bis B verlängert wird.

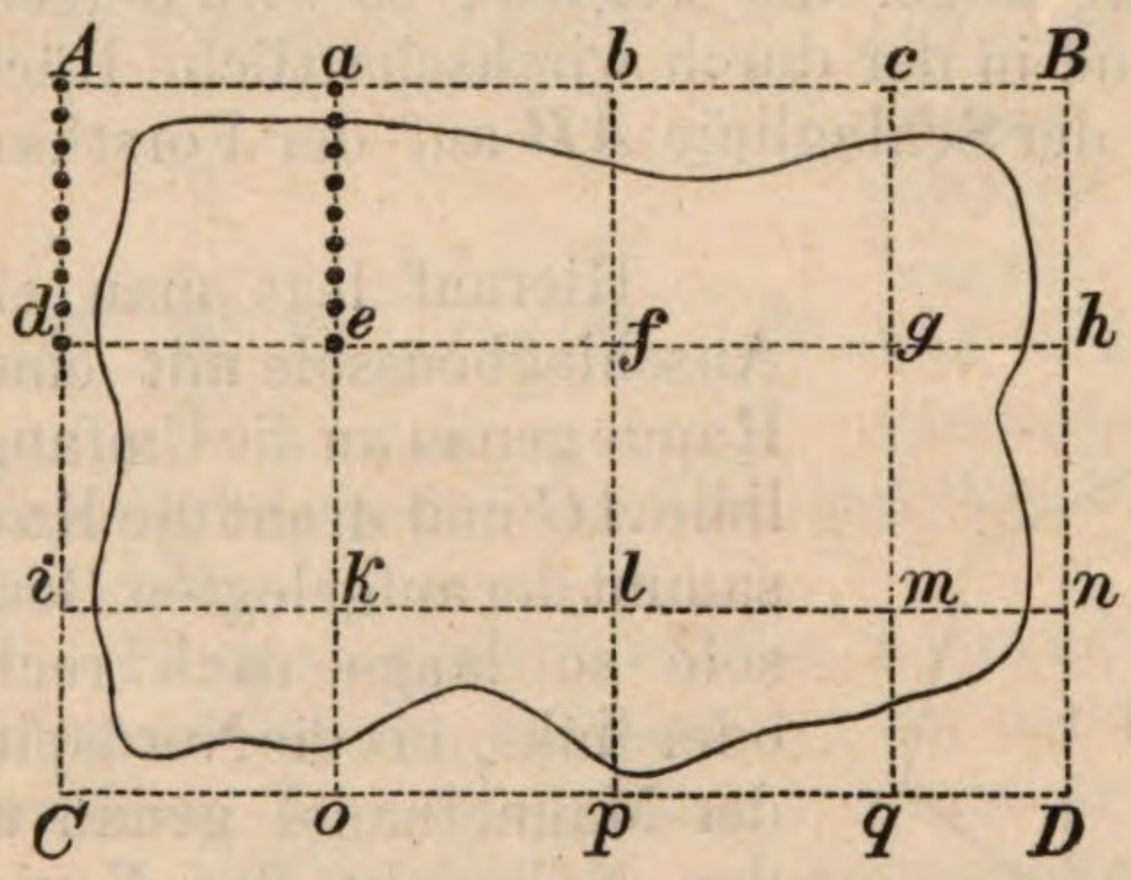
b. Abstecken und Messen von Flächen.

§. 28.

Das Abstecken rechtwinkeliger Flächen mit dem Dendrometer ist sehr einfach und findet bei der Aufnahme von Probeflächen und Ausführung regelmässiger Pflanzungen häufige Anwendung.

Das Verfahren beim Abstecken von Probeflächen ist bereits im §. 24 angegeben.

Fig. 50.



Bei der Ausführung regelmässiger Pflanzverbände legt man entweder um die betreffende Kulturfläche, Fig. 50, oder wenn die freie Aussicht durch angrenzende Holzbestände beschränkt ist, innerhalb des Umfanges ein rechtwinkeliges Viereck $ABCD$, indem man das Instrument in A aufstellt, mit dem Winkelkreuz den rechten Winkel BAC absteckt und in der Richtung von AB und AC Visirstäbe aufstellt. Hierauf wird mit dem auf den Punkt C übertragenen Instrumente nach vorausgegangener Orientirung nach A, der rechte Winkel DCA bestimmt und in der Richtung gegen D ebenfalls ein Visirstab aufgestellt. Wenn nun auf die Linien AB und CD gleiche Längen aufgetragen werden, so steht auch die Verbindungslinie BD senkrecht auf den vorigen, wovon man sich durch Aufstellung des Instrumentes im Punkte B oder D und wiederholte Orientirung überzeugen kann.

Auf die Umfangslinien *AB*, *AC*, *CD* und *DB* werden dann die Pflanzpunkte durch Anlegen der Pflanzschnur und Markirung mittelst eines Hohlbohrers oder einer Reithaue, aber immer auf derselben Seite der Pflanzschnur, bestimmt. Durch weiteres Anlegen der Pflanzschnur in der Richtung der auf zwei entgegengesetzten Seiten gelegenen korrespondirenden Pflanzpunkte können dann auch alle übrigen innerhalb des rechtwinkeligen Viereckes sich ergebenden Pflanzpunkte ersichtlich gemacht werden. Das besondere Verfahren bei der Ausführung der gewöhnlichen Pflanzverbände ist nur dadurch verschieden, dass man bei dem Vier- und Fünfverbande eine Pflanzschnur verwendet, welche nur eine Eintheilung von der festgesetzten Pflanzweite hat, bei dem Drei- und Reihenverbande aber entweder mit zwei Pflanzschnüren von verschiedener Eintheilung (beim Dreiverbande von der gegebenen Pflanzweite und der Höhe des von je drei Pflanzen gebildeten Dreieckes, beim Reihenverbande hingegen von der Entfernung der Reihen und der Pflanzweite in den Reihen) operirt oder auf derselben Pflanzschnur diese doppelte Eintheilung durch verschiedene Zeichen ersichtlich macht.

Um bei grösseren Kulturflächen die Anhäufung von Fehlern zu vermeiden, welche durch die Dehnbarkeit der Pflanzschnur beim starken Spannen derselben leicht entstehen und zu bedeutenden Unrichtigkeiten führen können, ist es angezeigt, das rechtwinkelige Viereck ***ABCD*** zuerst in kleinere Quadrate ***Aade***, ***abef*** u. s. w. von der ganzen Länge der Pflanzschnur einzutheilen, indem man diese Länge auf die Umfangsseiten des Viereckes ***ABCD*** aufträgt und die im Innern desselben sich ergebenden Durchschnittspunkte ***e***, ***f***, ***g***, ***k***, ***l***, ***m*** durch gegenseitiges Einvisiren aus den korrespondirenden Umfangspunkten bestimmt. Die auf die Seiten eines jeden solchen kleinen Quadrates, so wie die innerhalb desselben fallenden Pflanzpunkte lassen sich dann auf die früher angegebene Art leicht ermitteln.

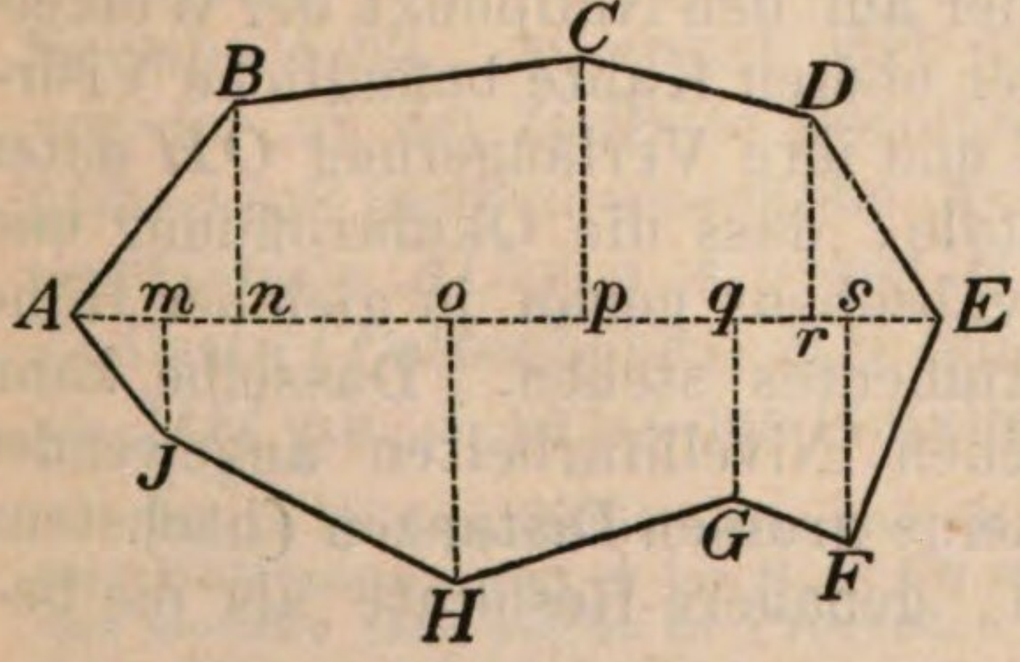
§. 29.

Das Messen oder die Aufnahme von unregelmässigen kleinen Flächen mit Hilfe des Dendrometers kann entweder:

1. vermittelst Abscissen und Ordinaten, oder
2. durch die Messung der Umfangswinkel geschehen.

ad 1. Der erste Weg führt bei übersichtlichen Flächen (kleinen Blössen, Kulturflächen u. dgl.) zum Ziele, wobei das Dendrometer als Kreuzscheibe angewendet wird.

Fig. 51.

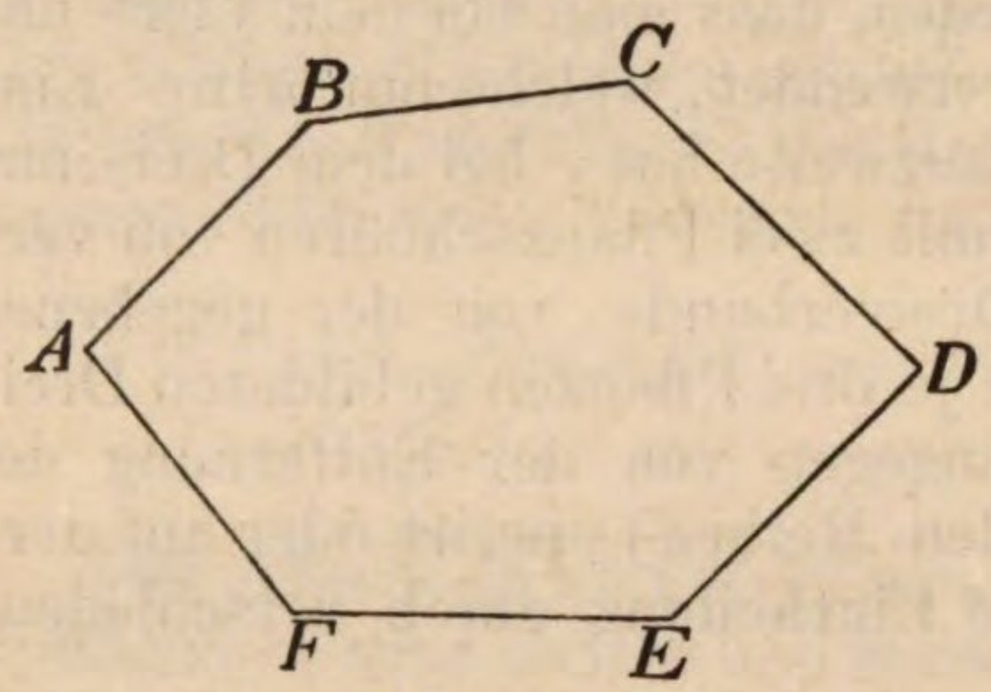


Man legt durch die am weitesten von einander entfernten Vieleckspunkte der zu vermessenden Fläche Fig. 51 eine Diagonale *AE*, betrachtet dieselbe als Abscissenlinie und sucht auf derselben mittelst des Dendro-

meters als Kreuzscheibe, für die Ordinaten *Jm*, *Bn*, *Ho* . . . . die Fusspunkte *m*, *n*, *o* u. s. w. Hiedurch wird das Vieleck in einzelne Dreiecke und Trapeze aufgelöst, deren Inhalt aus den gemessenen Abscissen und Ordinaten leicht gefunden werden kann und in ihrer Summe die Fläche *F* des ganzen Vieleckes geben.

ad 2. Da mittelst der auf der Fläche der Höhenskale angebrachten Winkelskale und des am Senkel angebrachten Diopters, wie bereits im §. 27 angeführt ist, jeder beliebige Winkel leicht gemessen werden kann, so lassen sich bei nicht übersichtlichen kleinen Flächen Fig. 52 die Umfangswinkel bei *A*, *B*, *C* u. s. w. entweder direkt oder durch ihre Nebenwinkel ermitteln. Aus den gemessenen Winkeln und den ebenfalls gemessenen Seiten *AB*, *BC*, *CD* u. s. w. kann das aufzunehmende Vieleck durch Vorzeichnung (vermittelst eines Transporteurs oder einer Anschlagboussole) zum leidlichen Schlusse gebracht, und der Flächeninhalt nach der unter *a* angeführten Methode durch Eintheilung des verzeichneten Risses in Dreiecke und Trapeze berechnet werden.

Fig. 52.



III. Anwendung des Dendrometers zu forstlichen Nivellirarbeiten.

§. 30.

Vermöge der Konstruktion der auf der Vorderfläche des Dendrometers befindlichen Höhenskale stehen alle in der Richtung von *ad* in der folgenden Fig. 53 gezogenen Höhenlinien senkrecht auf der verjüngten Standlinie *st* und laufen zugleich mit der oberen Kante des Instrumentes parallel. Legt man daher den Senkel genau an die verjüngte Standlinie *st*, oder auf den Nullpunkt der Winkelskale und visirt durch das auf der oberen Kante befindliche Visirmittel, so bildet die Linie *OE* und ihre Verlängerung *OH* unter der Voraussetzung eine Horizontale, dass die Okularöffnung und der Horizontalfaden des Objektivabsehens genau in gleicher Höhe über der oberen Kante des Instrumentes stehen. Dasselbe kann daher recht gut zu verschiedenen Nivellirarbeiten angewendet werden und liefert dabei, wenn keine grossen Distanzen (höchstens mit 20 bis 24°) gewählt werden, genauere Resultate als die bekannte Kanalwage.

Die Horizontalstellung des Instrumentes mittelst des Senkels erfordert aber immerhin windstilles Wetter, weil eine geringe Luftbewegung die genaue Einstellung des Senkels auf den Nullpunkt der Skale unsicher und zeitraubend macht. Bequemer und zugleich verlässlicher kann die Horizontalstellung durch eine auf die obere Kante des Instrumentes aufgelegte Libelle erreicht werden, welche so eingerichtet ist, dass sie gleichsam auf der oberen Kante des Instrumentes reitet, und bei einer zufälligen Seitenbewegung nicht leicht heruntergleiten kann.

Die Rektifikation des Instrumentes oder die Untersuchung, ob die Linie ***OH*** eine horizontale Lage hat, wenn die Senkelskale auf den Nullpunkt der Kreiseintheilung oder an die verjüngte Standlinie eingelegt wird, geschieht in ähnlicher Weise, wie bei den gewöhnlichen Nivellir-Instrumenten. Zu diesem Behufe ist die Okularöffnung ***O*** in der vertikalen Richtung verschiebbar und die richtige Stellung derselben zum Horizontalfaden des Objektivabsehens durch ein Zeichen ersichtlich zu machen.

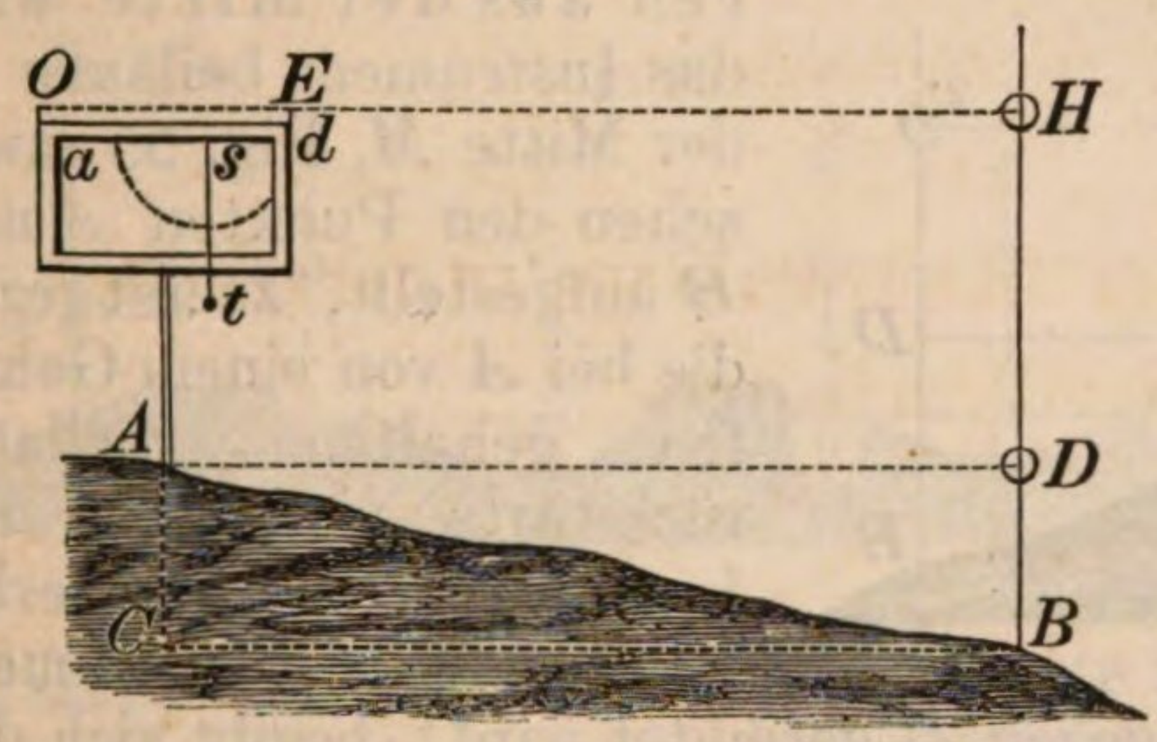
a. Das Nivelliren mit dem Dendrometer.

§. 31.

Will man den Höhenunterschied zweier Punkte (das Gefälle) mit dem Dendrometer bestimmen, so kann dieses wie mit jedem andern Nivellir-Instrumente entweder:

1. durch das Nivelliren aus den Endpunkten, oder
2. aus der Mitte geschehen.

Fig. 53.

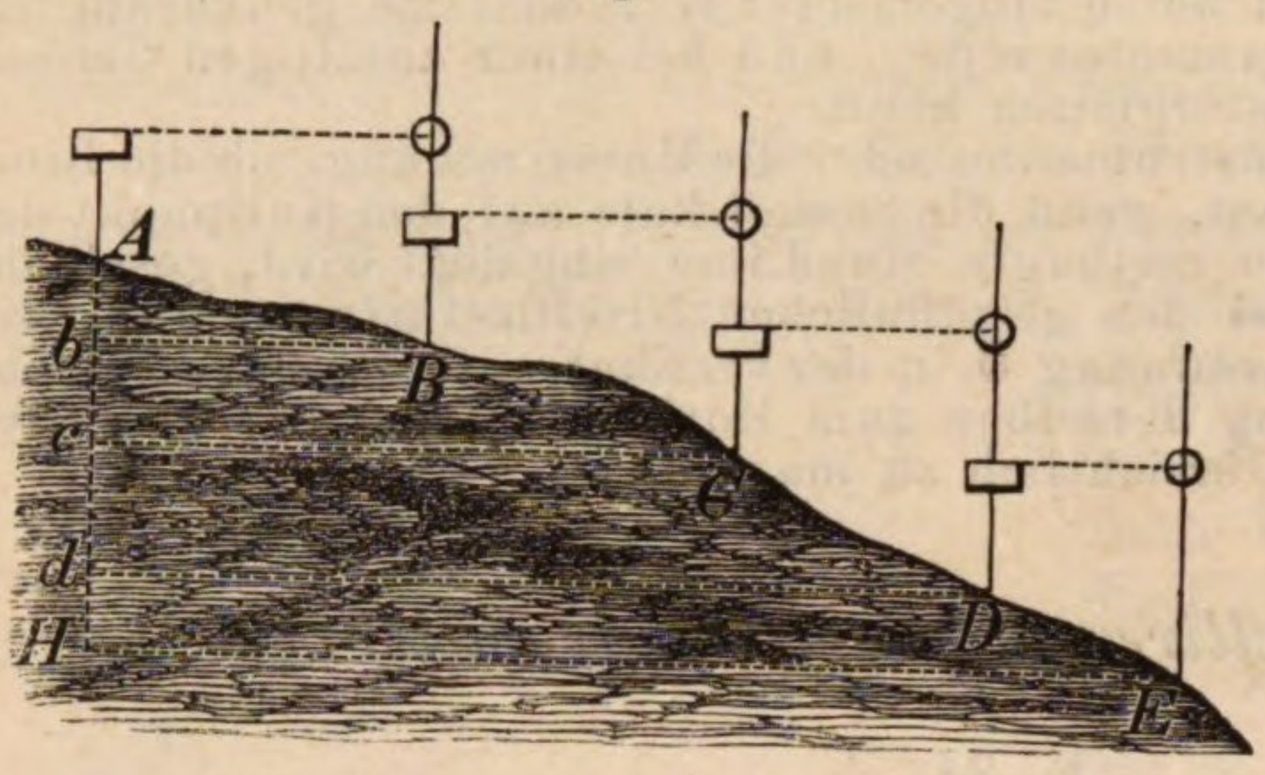


ad 1. Beim Nivelliren aus den Endpunkten wird das Dendrometer mit dem Stative in dem einen Endpunkte A Fig. 53 aufgestellt und auf die früher erwähnte Art mit der obern Kante in die horizontale Lage gebracht, während sich ein Gehilfe mit einer Ziellatte auf den zweiten Endpunkt B begibt. Visirt man nun von O nach H und lässt von dem Gehilfen die Zielscheibe an der senkrecht gehaltenen Latte so lange verschieben, bis der horizontale Visirstrahl den Mittelpunkt der Scheibe trifft, so ergibt sich das Gefälle $AC = DB$, wenn man von der an der Ziellatte genommenen Ablesung der Höhe BH die gemessene Instrumentenhöhe $AO = DH$ abzieht. Bezeichnet man das Gefälle AC von A gegen B mit G_{AB}, die Ablesung an der Ziellatte (Lattenhöhe) BH mit L und die Instrumentenhöhe $AO = DH$ mit J, so ist das Gefälle $G_{AB} = L - J$.

Ist z. B. das Gefälle G_{AB} mit $64{,}8'' = 5{,}4'$ gefunden und die horizontale Entfernung von A bis $B = CB$ mit $180'$ gemessen worden, so lässt sich das Gefälle sehr leicht in Procenten der horizontalen Entfernung ausdrükken, denn es verhält sich:

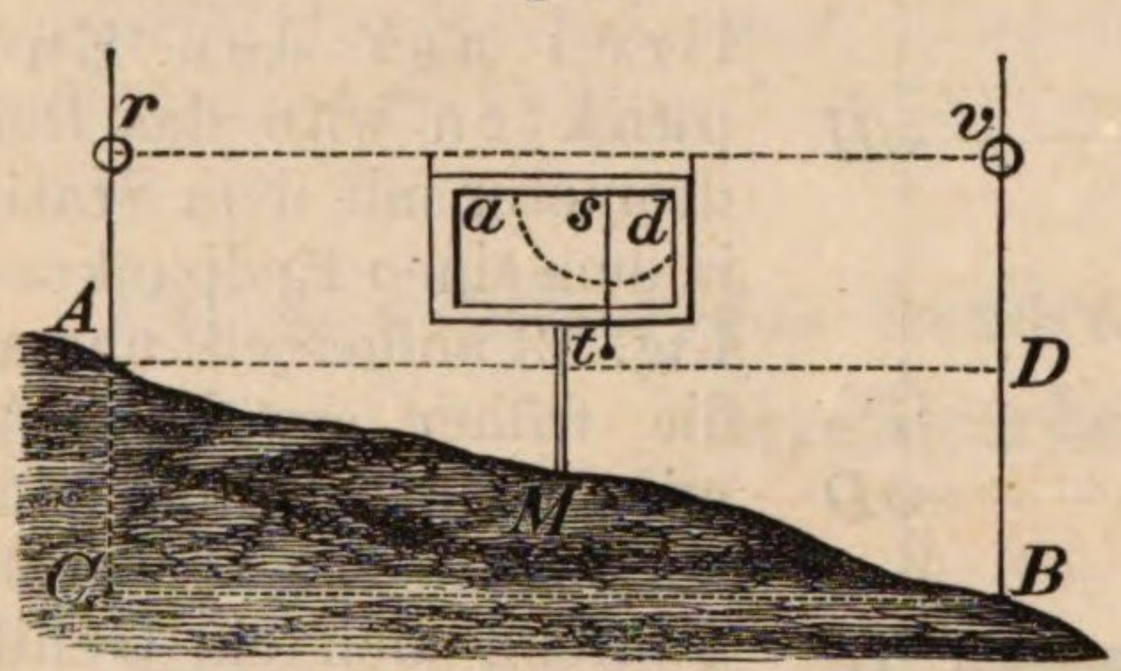
$$180 : 100 = 5{,}4 : x$$
$$x = \frac{540}{180} = 3\%$$

Fig. 54.



Sind die beiden Endpunkte A und E wie in Fig. 54 so weit von einander entfernt, dass sich das Gefälle AH nicht aus einer einzigen Aufstellung ermitteln lässt, so wählt man mehrere Stationen bei B, C, D, E, schreitet von einer zur anderen vorwärts und wiederholt auf jeder das oben angegebene Verfahren. Das Gesammtgefälle G_{AE} von A nach E ergibt sich dann, wenn man von der Summe aller Lattenhöhen die Summe der Instrumentenhöhen abzieht. Bezeichnet man die Summe der Lattenhöhen mit L_s, die Summe der Instrumentenhöhen mit J_s, so ist das Gesammtgefälle $G_{AE} = L_s - J_s$.

Fig 55.



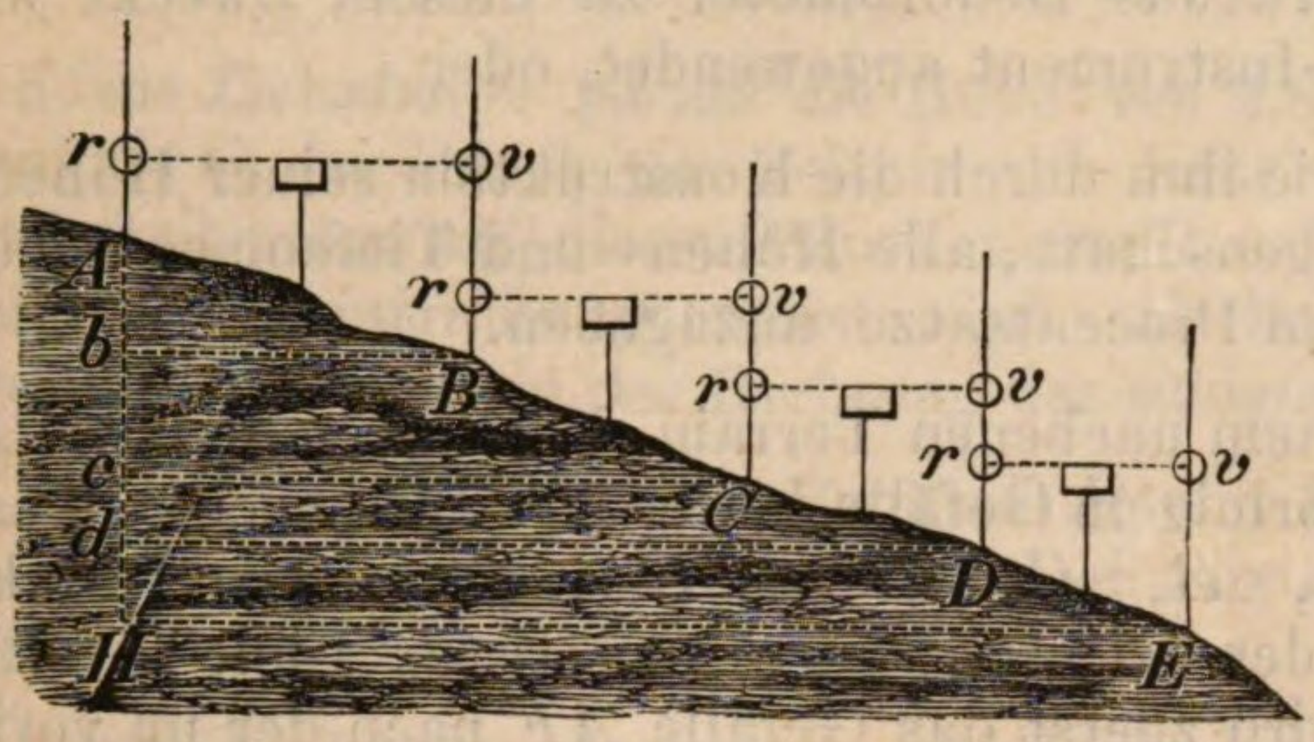
ad 2. Beim Nivelliren aus der Mitte wird das Instrument beiläufig in der Mitte M, Fig. 55, zwischen den Punkten A und B aufgestellt, zuerst gegen die bei A von einem Gehilfen gehaltene Ziellatte rückwärts visirt und die Lattenhöhe Ar vorgemerkt. Während das Instrument um die Hülse gedreht und gegen B gerichtet wird, begibt sich der Gehilfe auf diesen zweiten Punkt und stellt die Zielscheibe bei der Visur nach vorwärts auf die Höhe Bv ein, welche ebenfalls notirt wird.

Das Gefälle G_{AB} ergibt sich dann, wenn man die Lattenhöhe l der Visur nach rückwärts, von der Lattenhöhe L der Visur nach vorwärts abzieht; es ist nämlich $G_{AB} = L - l$.

Sind die beiden Punkte A und E Fig. 56 so weit von einander entfernt, dass zur Ermittlung des Gesammtgefälles $AH = G_{AE}$ mehrere Aufstellungen nothwendig sind, so verfährt man zwischen je zwei Punkten A und B, B und C u. s. w. wie im obigen Falle, und es ergibt sich dann das Gesammtgefälle, wenn man die Summe der Lattenhöhen l_r der Rückwärtsvisuren von der Summe der Lat-

tenhöhen L_v der Vorwärtsvisuren subtrahirt; es ist nämlich $G_{AE} = L_v - l_r$.

Fig. 56.



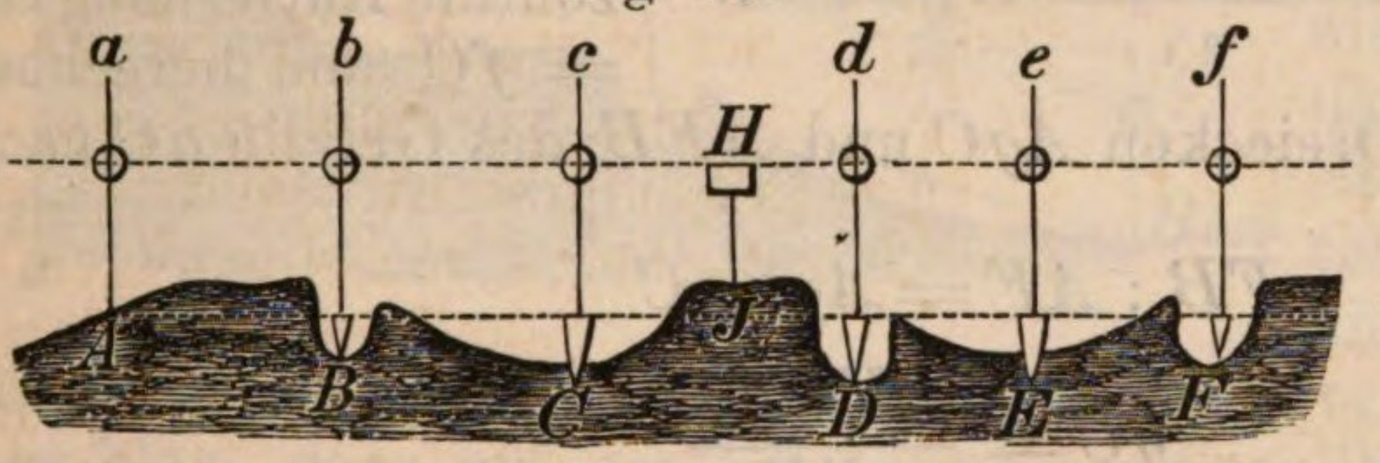
Wenn bei einem Nivellement zum Bestimmen des Höhenunterschiedes zweier Punkte, man mag das Nivelliren aus den Endpunkten oder aus der Mitte vornehmen, die Arbeit am tiefer gelegenen Punkte beginnt, so ergibt sichbei der Ermittlung des Gefälles ein negatives Resultat oder eine Steigung, wie aus der Fig. 56 deutlich hervorgeht, in welcher, wenn die Arbeit beim tiefer gelegenen Punkte **E** beginnt, die Rück- und Vorwärtsvisuren die umgekehrte Richtung haben. Es ist daheř in diesem Falle das Gesammtgefälle (die Steigung)

$$G_{EA} = l_v - L_r.$$

b. Abstecken horizontaler und geneigter Linien und Flächen.

§. 32.

Fig. 57.



Soll auf einer unebenen Fläche eine horizontale Linie durch einen gegebenen Punkt A, Fig. 57, in der Richtung gegen F hin ausgesteckt werden, so stellt man sich mit dem Instrumente im Punkte J auf, lässt bei A einen Pflock bis zur Bodenoberfläche eintreiben und durch einen Gehilfen die daselbst aufgestellte Ziellatte so richten, dass der horizontale Visirstrahl aH die Mitte der Zielscheibe trifft. In derselben Weise wird auch in den Punkten B, C, D, E und F verfahren, indem man daselbst die Pflöcke nach Erforderniss in hergestellte Vertiefungen so weit eintreiben oder mit ihren Köpfen so weit aus dem Boden hervorstehen lässt, dass die Zielscheibe der aufgestellten Latte von der Horizontalvisur getroffen wird. Die Linie AF ist dann parallel mit af, daher auch horizontal.

Beim Abstecken horizontaler Flächen zur Vornahme von Planirungen bestimmt man die horizontale Lage der Eckpunkte und legt von diesen aus durch die betreffende Fläche mehrere horizontale Linien.

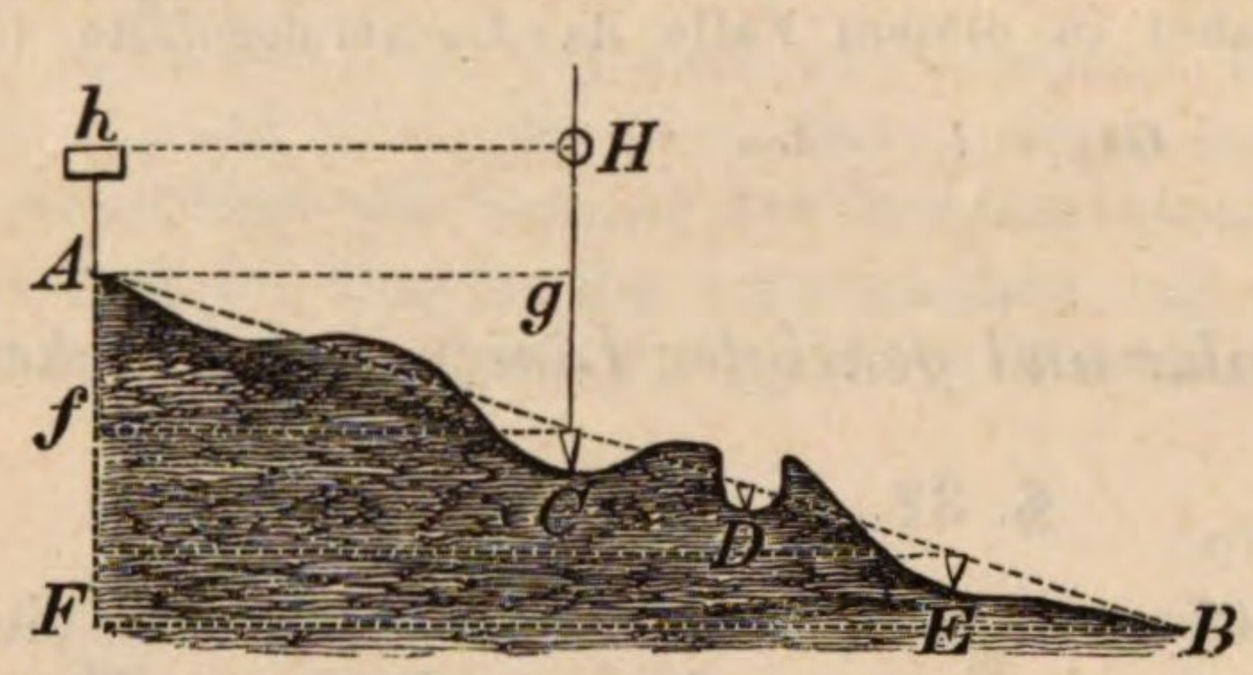
Das Abstecken geneigter Linien und Flächen kann auf zweierlei Art geschehen:

1. entweder wird das Dendrometer zu diesem Zwecke wie jedes andere Nivellir-Instrument angewendet, oder

2. man benützt die ihm durch die Konstruktion seiner Höhenskale zukommende Eigenschaft, alle Höhen- und Tiefenmessungen (Steigung und Fall) im Procentsatze anzugeben.

ad 1. Ist auf einem unebenen Terrain Fig. 58 von A bis B eine Linie von gleichförmigem Gefälle in der Art abzustecken, dass die in den Punkten A, B, C, D und E eingetriebenen Pflöcke mit ihren Köpfen in der Richtung der punktirten Linie AB zu liegen kommen, so wird zuerst das Gefälle AF nach der im vorigen §. gegebenen Anleitung ermittelt und die horizontale Entfernung FB der beiden Endpunkte gemessen. Um nun im Punkte C den ersten Pflock festzulegen, messt man die horizontale Entfernung $Ag = fC$ und berechnet aus den ähnlichen Dreiecken AgC und AFB des Gefälle gC nach der Proportion:

Fig. 58.



$$FB : AF = Ag : gC$$

$$gC = \frac{AF \,.\, Ag}{FB}$$

Beträgt z. B. die horizontale Entfernung $FB = 360'$, das Gesammtgefälle $AF = 10{,}8'$ und die Entfernung $Ag = 160'$ so ist für den Punkt C das Gefälle $gC = \frac{160 \times 10{,}8}{360} = 4{,}8'$.

Da nun laut §. 31 beim Nivelliren aus den Endpunkten das Gefälle gC ausgedrückt werden kann durch die Gleichung $gC = L - J$, d. i. der Lattenhöhe weniger der Instrumentenhöhe, und die Aufgabe dahin geht, die Lattenhöhe $L = HC$ zu finden, in welcher der horizontale Visirstrahl hH den Mittelpunkt der Zielscheibe trifft, so erhält man, wenn L aus dieser Gleichung bestimmt wird,

$$L = gC + J \text{ oder}$$
$$HC = gC + J.$$

Beträgt $J = 5'$ und substituirt man die bekannten Werthe in die letzte Gleichung, so ergibt sich:

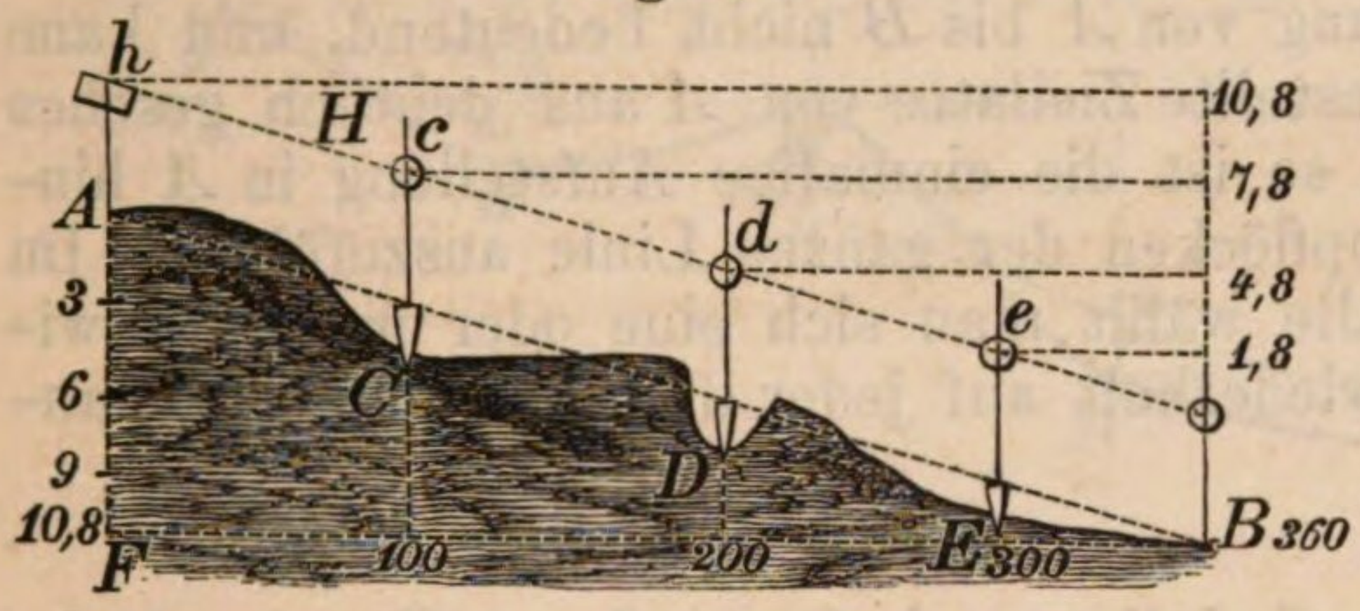
$$HC = 4{,}8 + 5 = 9{,}8',$$

d. h. die Zielscheibe ist auf die Höhe von 9,8′ zu stellen und im Punkte C der Pflock so weit in die Erde einzutreiben, bis die Zielscheibe der auf diesen Pflock gestellten Latte von dem horizontalen Visirstrahle getroffen wird. Es liegt dann offenbar der Kopf des Pflockes in der Richtung der schiefen Linie AB.

Verfährt man in den Punkten D und E auf dieselbe Weise wie oben, so liegen auch die daselbst eingetriebenen Pflöcke in der verlangten Richtung.

ad 2. Viel einfacher ist die Lösung der vorigen Aufgabe, wenn man die Eigenschaft des Dendrometers als Höhen- und Tiefenmesser benutzt. Da nämlich das Gefälle AF von den zwei Punkten A und B nichts anderes ist, als die Tangente für die als Halbmesser angenommene Entfernung FB dieser Punkte, wie aus der Fig. 59 ersichtlich ist, und weil ferner das Dendrometer an der Höhenskale für die dort bezeichneten, als Halbmesser gedachten verjüngten Standlinien, (horizontalen Entfernungen) die entsprechenden Höhen und Tiefen ebenfalls im Tangentenwerthe angibt, so ist ganz klar, dass auf der zur verjüngten Standlinie 100 gehörigen Höhenlinie diese Tangentenwerthe (Höhen und Tiefen, Steigung und Fall) unmittelbar im Procentsatze abgelesen werden können.

Fig. 59.



Mit Benützung dieser Eigenschaft des Dendrometers lässt sich daher die Aufgabe, eine Linie von gleichförmigen Gefälle abzustecken, sehr einfach lösen.

Man ermittelt zu diesem Behufe aus der gemessenen horizontalen Entfernung FB und dem Gesammtgefälle AF, das Gefälle in Procenten. Ist z. B. $FB = 360'$ und $AF = 10{,}8'$, so ergibt sich aus der Proportion:

$$360 : 100 = 10{,}8 : x \text{ und}$$

$$x = \frac{1080}{360} = 3\% \text{ Gefälle.}$$

Um nun die Linie AB von diesem Gefälle abzustecken, stellt man das Dendrometer mit dem Stative im Punkte A auf und neigt dasselbe mit der oberen Visirkante in der Richtung der markirten Linie AB so weit abwärts, bis die Senkelskale auf der zur verjüngten Standlinie 100 gehörigen Höhenlinie auf den dritten Theilstrich weiset. Hierauf messt man die Instrumentenhöhe Ah, stellt die Zielscheibe an der Latte genau auf diese Höhe ein, lässt dann den Gehilfen bis zum ersten festzulegenden Punkte vorwärts schreiten und daselbst einen Pflock so weit in den Boden treiben, bis der Visirstrahl hH genau auf den Mittelpunkt der Zielscheibe trifft, wenn die Latte auf den Kopf des eingetriebenen Pflockes aufgestellt wird. Beträgt die horizontale Entfernung AH der Punkte A und C z. B. 100', so ist bei der obigen Stellung des Instrumentes und der Ziellatte, wie die Figur nachweiset, das Gefälle von A bis C genau 3' oder 3%.

Uebrigens ist keineswegs nothwendig, eine Stationslänge von 100' zu wählen, da das Instrument für jede beliebige Stationslänge das Gefälle immer in Procenten dieser Länge angibt.

Ist die Entfernung von A bis B nicht bedeutend, und kann daher die in B aufgestellte Ziellatte von A aus deutlich gesehen und anvisirt werden, so ist die einmalige Aufstellung in A hinreichend, um das Abpflöcken der ganzen Linie auszuführen. Im entgegengesetzten Falle wählt man sich eine oder mehrere Zwischenstationen und wiederholt auf jeder derselben das oben angegebene Verfahren.

c. Bestimmung des Gefälles und Ausstecken (Traciren) der Waldwege.

§. 33.

Das im vorigen §. unter 2. gezeigte Verfahren ist besonders geeignet, um das Gefälle von bereits angelegten Wegstrecken schnell zu erforschen oder neue Waldwege von einem bestimmten in Procenten ausgedrückten Gefälle abzustecken.

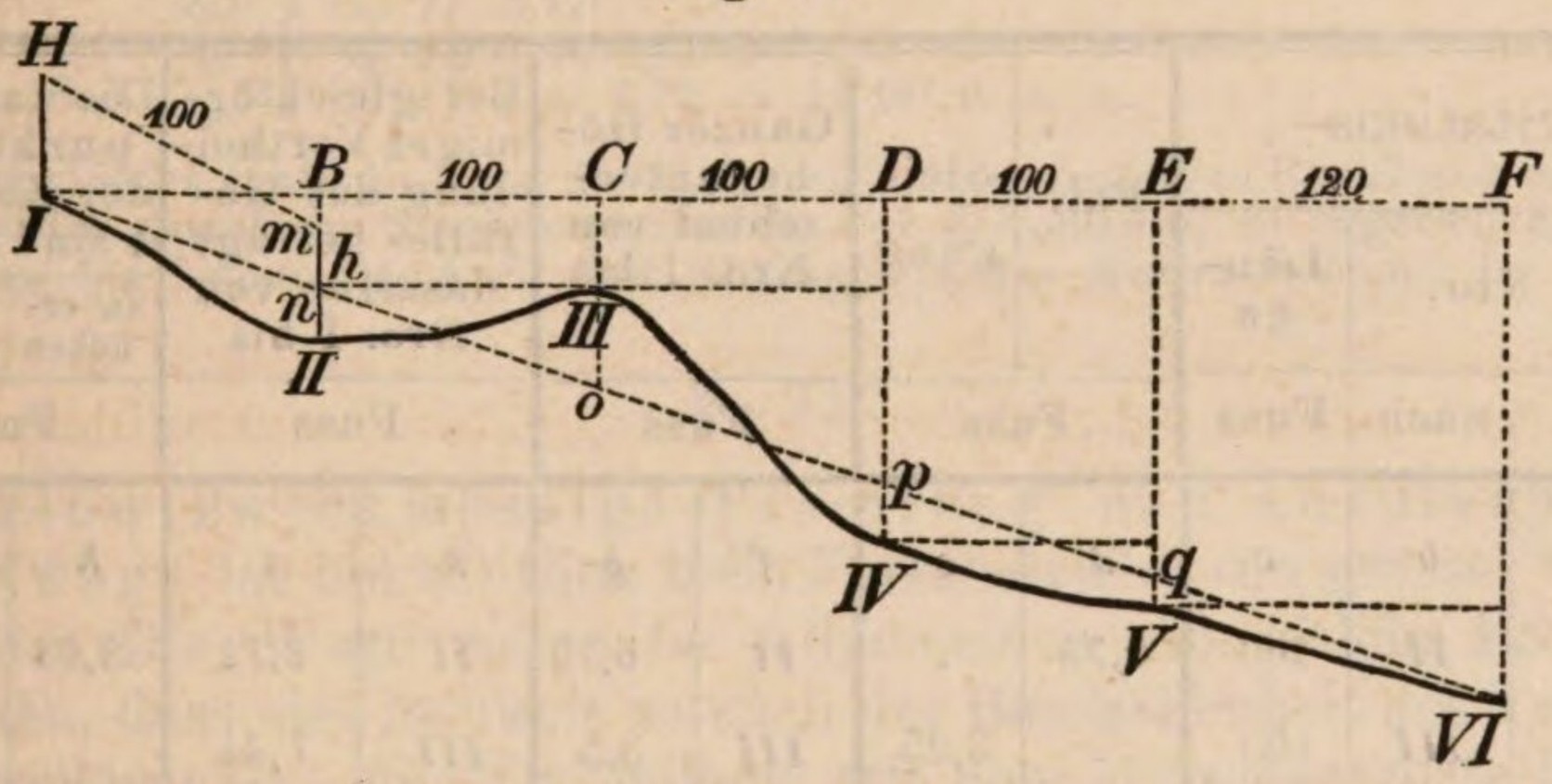
Die erste Aufgabe kommt in der forstlichen Praxis häufig vor, wenn es sich darum handelt, eine Aenderung des unzweckmässigen und stark wechselnden Gefälles vorhandener Wege zu beantragen, und den bestehenden Wegzug, so wie die beabsichtigte Verbesserung des Gefälles in einem Profilrisse darzustellen.

Für eine solche Untersuchung, sowie bei der im nachfolgenden §. angegebenen Art der Tracirung neu anzulegender Wald-

wege, erscheint es zur Förderung der Arbeit sehr zweckmässig, den Stativstock so einzurichten, dass bei der Aufstellung das Instrument immer in gleiche Höhe zu stehen kommt, was dadurch erreicht werden kann, dass man oberhalb der Spitze des Stativstockes ein eisernes Kreuz oder einen vorspringenden flachen Ring befestigen lässt, bis zu welchem das Stativ in den Boden eingedrückt wird. Dadurch wird die Instrumentenhöhe eine konstante, und es können kleine Abweichungen derselben, welche sich bei der Arbeit auf einem Terrain mit auffallend verschiedenem Gefälle ergeben, ganz unberücksichtigt bleiben.

Soll nun auf der Wegstrecke von *I* bis *VI*, Fig. 60, das Gefälle untersucht und in Profile dargestellt werden, so muss das Auspflöcken und die horizontale Längenmessung des Weges von einer Station zur andern vorausgehen.

Fig. 60.



Am zweckmässigsten ist es, gleiche Stationslängen von je 100′ zu wählen, weil dann die Ablesungen am Instrumente das Gefälle unmittelbar angeben. Hierauf wird das Instrument in *I* aufgestellt, mit der Visirkante beiläufig in die parallele Richtung mit der Linie *I*, *II* gebracht, die Instrumentenhöhe *IH* abgenommen und die Scheibe der Ziellatte genau auf diese Höhe eingestellt.

Lässt man dann einen Gehilfen mit der Ziellatte bis *II* vorwärts schreiten und visirt in der Richtung von *H* gegen *h* auf die Zielscheibe, so ergibt die Ablesung auf der zur Standlinie 100 gehörigen Höhenlinie des Instrumentes die zur horizontalen Entfernung *I B* gehörige Tangente *B II*, d. h. das Gefälle (hier den Fall), der Wegstrecke von *I* bis *II* unmittelbar an, wobei halbe und viertel Theile noch ganz gut einschätzbar sind.

Begibt man sich dann mit dem Instrumente nach *II*, während der Gehilfe mit der unveränderten Zielscheibe nach *III* schreitet,

und verfährt daselbst auf die frühere Weise, so erhält man durch die Ablesung am Instrumente das Gefälle (hier die Steigung) *CIII* zwischen den Punkten *II* und *III*.

Für solche Stationslängen, welche über oder unter 100' betragen, wie in der Fig. 60 die Stationslänge von *V* bis *VI*, kann das Gefälle aus der in Procenten genommenen Ablesung sehr leicht berechnet werden. Ist die Entfernung von *V* bis *VI* = 120' und hat man das Gefälle von 3% erhalten, so berechnet sich dasselbe für die angegebene Stationslänge nach der Proportion:

$$100 : 120 = 3 : x$$

$$x = \frac{360}{100} = 3{,}6'$$

Die Resultate dieser Arbeit können dann in einer Tabelle von folgender Form in die Kolonnen *a* bis *g* eingetragen werden.

Stations-			Fall	Steigung	Ganzer Höhenunterschied von Nro. I bis		Bei gleichförmiger Vertheilung des Gefälles beträgt dasselbe von Nro. I bis		Die Stationspunkte in der Kolonne *h* sind daher	
Nro.		Länge							zu erhöhen	zu erniedrig.
von	nach	Fuss	Fuss		Fuss		Fuss		Fuss	
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*k*	*l*
I	*II*	100	6,75	.	*II*	6,75	*II*	3,72	3,03	.
II	*III*	100	.	3,25	*III*	3,5	*III*	7,44	.	3,94
III	*IV*	100	9,75	.	*IV*	13,25	*IV*	11,16	2,09	.
IV	*V*	100	2,5	.	*V*	15,75	*V*	14,88	0,87	.
V	*VI*	120	3,6	.	*VI*	19,35	*VI*	19,34	.	.
Summe										
I	*VI*	520	22,60	3,25						
Differenz			19,35	.						

Soll nun aus den in dieser Tabelle enthaltenen Daten ein Profil der nivellirten Wegstrecke angefertiget werden, so zieht man Fig. 60, Seite 75, eine gerade Linie *IF*, trägt auf dieselbe die gemessenen Stationslängen auf, und errichtet in den Punkten *B*, *C*, *D*, *E*, *F* senkrechte Linien, auf welche dann nach einem grösseren Maasstabe die Höhenunterschiede der einzelnen Stationspunkte

aus der Kolonne *g* aufgetragen werden. Verbindet man die Endpunkte dieser Senkrechten, so gibt die gebrochene Linie *I* bis *VI* das Profil der Wegstrecke.

Beabsichtiget man, dem Wege ein gleichförmiges Gefälle zu geben, so verbindet man die Punkte *I* und *VI* durch eine Gerade, wodurch an den senkrechten Abständen die Durchschnittspunkte *n, o, p, q* gebildet werden, nach welchen sich die Grösse des Auf- und Abtrages in den Kolonnen *k* und l ergibt, indem die mit dem Zirkel abgegriffenen Linien *IIn, IIIo, IVp Vq* das Maass geben, um welches die betreffenden Punkte zur Erreichung des gleichförmigen Gefälles erhöht oder erniedriget werden müssen.

Die Grösse des Auf- und Abtrages kann auch sehr leicht durch Rechnung gefunden werden. Ermittelt man nämlich aus der summarischen Läge von 520′ und dem Gesammtgefälle von 19,35′ das Gefälle der einzelnen Stationspunkte, unter der Voraussetzung, dass denselben ein gleichförmiges Gefälle gegeben werden soll, so beträgt dasselbe laut der Kolonne *i*

von *I* bis *II* 3,72′
„ *I* „ *III* 2 × 3,72 = 7,44′
„ *I* „ *IV* 3 × 3,72 = 11 16′ u. s. w.

Vergleicht man diese in die Kolonne *i* eingetragenen Resultate mit dem Gefälle der einzelnen Stationspunkte in der Kolonne *g*, so ergeben die Differenzen die Grösse des Auf- und Abtrages in der Kolonne *k* und *l*.

§. 34.

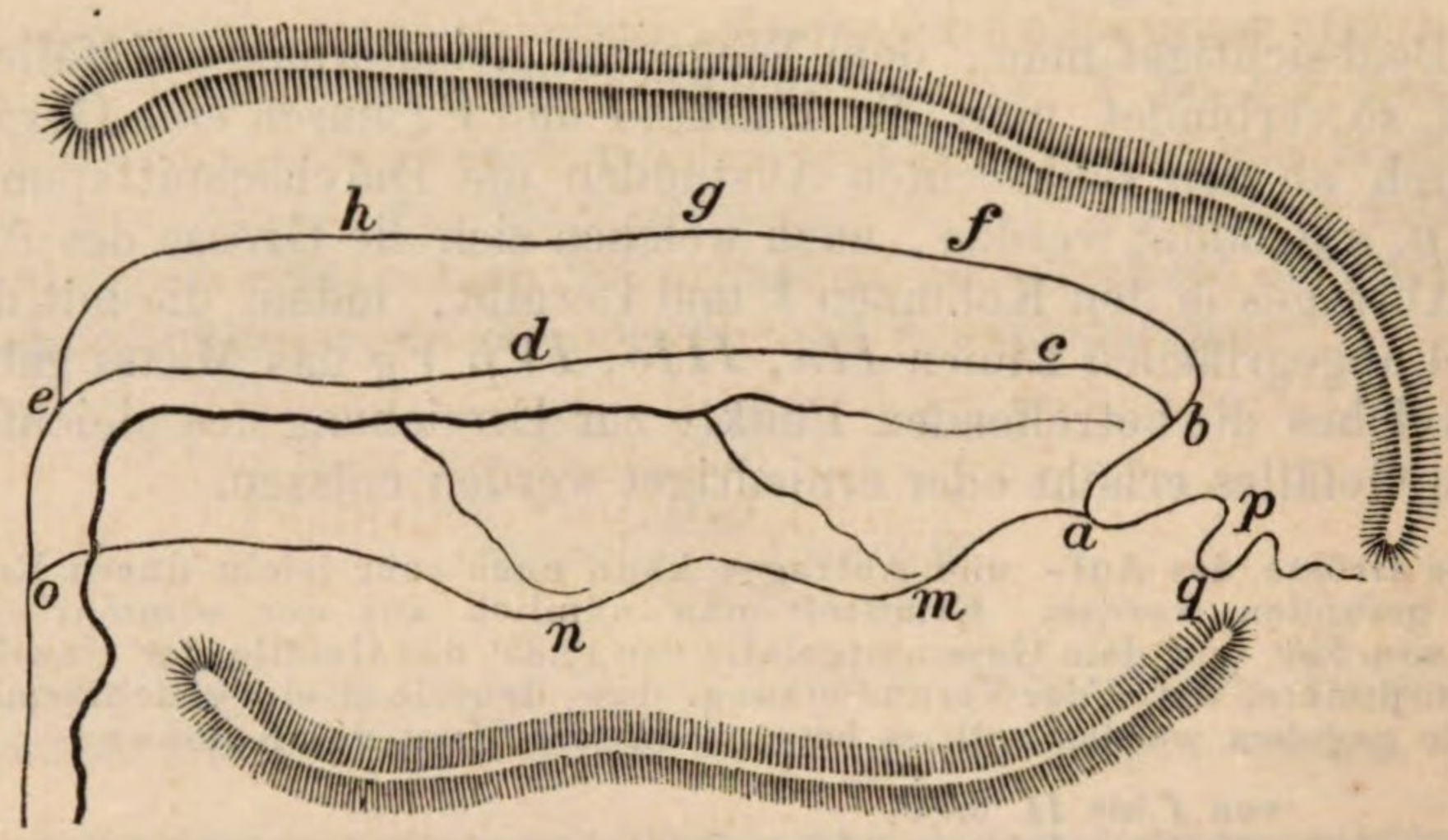
Eine zweckmässige Tracirung neu anzulegender Waldwege ist bekanntlich beim Forstbetriebe von grosser Wichtigkeit. Die Wege sollen im Allgemeinen eine solche Richtung erhalten, dass sie, insoweit es nach der Beschaffenheit des Terrains zu erreichen ist, die Verbindung mit dem Holzabsatzorte in der kürzesten Linie herstellen und das möglichst geringste Gefälle erhalten; dass sie ferner, wenn es die Lage des Absatzortes möglich macht, mit den beladenen Wagen nur bergabwärts befahren werden und mit Rücksicht auf die Lage und Grösse der Waldtheile, durch welche sie angelegt werden, die Bringung des Holzes bis zu den Abfuhrswegen durch die kostspieligeren Transportmethoden (Austragen, Ausrücken u. s. w.) möglichst erleichtern.

Insbesondere ist bei neuen Weganlagen zu berücksichtigen, dass die einzelnen, aus verschiedenen Waldtheilen führenden Wegstrecken (die Seitenwege) in die Hauptabfuhrswege der Art einmünden, dass letztere für die weitere Abfuhr aus mehreren Forstorten gemeinschaftlich benutzt werden können, daher die Seiten- und Hauptwege nach einem mit Rücksicht auf das Ganze entworfenen System gehörig ineinander greifen.

In gebirgigen Gegenden bilden die Thalwege, welche in der Richtung gegen den Absatzort ziehen, die Hauptwege, welche in

der Thalsohle nach der Richtung von b, c, d, e, Fig. 61, oder

Fig. 61.



wenigstens nicht hoch über derselben an dem einen oder andern Abhange hingeführt werden.

Insoferne diese Hauptwege zugleich als gewöhnliche Verbindungswege dienen, sind sie in vielen Fällen, wenigstens der Hauptsache nach, entsprechend angelegt, und es handelt sich oft nur um eine theilweise Verbesserung des Gefälles an einzelnen Strecken nach der im §. 33 angegebenen Weise.

Sind die Hauptwege nur für den Holztransport anzulegen, so kann das Gefälle für die im Hintergrunde des Thales gelegene Wegstrecke ziemlich stark sein (10 bis 15% betragen), wenn sie von den beladenen Wagen nur bergabwärts befahren werden. Hat aber der Absatzort die entgegengesetzte Lage und ist vom Hintergrunde des Thales aus ein Bergrücken zu übersetzen, so ist daselbst auf die Erreichung eines möglichst geringen Gefälles von 5 bis 6% hinzuwirken, was aber nur auf Kosten der Länge des Weges durch zweckmässige Wendungen, wie bei p, q erreicht werden kann, und wobei insbesondere darauf zu sehen ist, dass eine schon gewonnene Höhe durch eine unzweckmässige Wendung nicht wieder aufgegeben wird, was überhaupt bei jeder Weganlage als Hauptregel gilt, von der nur im Falle unvermeidlicher Hindernisse abgegangen werden soll.

Die Seitenwege, welche an den beiden Gehängen über den Thalweg liegen, bei a und b von demselben ausgehen und bei e und o wieder einmünden, sollen eine solche Richtung haben, dass sie beiläufig die Mitte des Hanges durchziehen. Bei hohen Gehängen sind 2 bis 3 solcher Seitenwege parallel übereinander anzulegen. Vom Hintergrunde des Thales aus, wo diese Wege vom Hauptwege

ausgehen, erhalten sie ein sehr geringes Gefälle, um sie in der für die Abfuhr aus dem oberhalb gelegenen Waldbestand vortheilhaften Richtung zu erhalten. In der Nähe der Einmündungen in den Hauptweg hingegen wird dann das Gefälle bedeutend grösser sein müssen, was aber dem Zwecke nicht entgegen ist, weil sie gewöhnlich an diesen Stellen von den beladenen Wagen nur bergabwärts befahren werden.

Der Weganlage muss immer eine Projektion derselben auf der Karte und ein vorläufiges Ausstecken im Walde vorausgehen. Die ausgesteckte Weglinie wird dann nach der Anleitung des §. 31 oder 33 durch ein Nivellement aufgenommen und im Längenprofile dargestellt, um das Gesammtgefälle beurtheilen, die vortheilhafteste Gefällslinie im Profile einzeichnen und die Grösse des Auf- und Abtrages zur Erreichung eines gewissen, als vortheilhaft anerkannten Gefälles bestimmen zu können.

Erscheinen die Auf- und Abtragungen zu kostspielig, so muss man das angemessene Gefälle durch zweckmässige Wendungen (Auf- oder Abwärtsrücken der Stationspunkte an den betreffenden Stellen) zu erreichen suchen. Wäre z. B. auf der ausgesteckten Strecke von *b* bis *f* ein Gefälle von 2% einzuhalten, dasselbe aber in der ausgesteckten Richtung wegen einer muldenförmigen Einsenkung nur durch eine starke Aufdämmung zu erreichen, so müssen die Stationspunkte zwischen *b* und *f* nach aufwärts verrückt werden, was sehr leicht dadurch geschehen kann, dass man das Dendrometer auf das Gefälle von 2% einstellt und durch einen Gehilfen mit der auf die Instrumentenhöhe gestellten Ziellatte diejenigen Punkte am Abhange aufsuchen lässt, welche eine Weglinie vom fraglichen Gefälle geben.

Solche Wegwendungen sind insbesondere an riegeligen, von Gräben durchzogenen Bergwänden, wie bei *m* und *n* angedeutet ist, unvermeidlich, um das Uebersetzen der Gräben zu erleichtern, was bei geraden Wegrichtungen nur durch kostspielige Aufdämmungen und Ueberbrückungen erreicht werden könnte.

d. Entwässerung versumpfter Waldgründe.

§. 35.

Versumpfungen des Waldbodens sind bekanntlich der Forstkultur dadurch hinderlich, dass sie die Anzucht der meisten Holzarten entweder ganz unmöglich machen oder wenigstens ein minder gutes Gedeihen derselben veranlassen.

Versumpfte Stellen (Nassgallen) und grössere Sumpfflächen bilden sich häufig in muldenförmigen Vertiefungen mit undurchlassendem Untergrunde (einer Thonschichte oder massiger Felsunter-

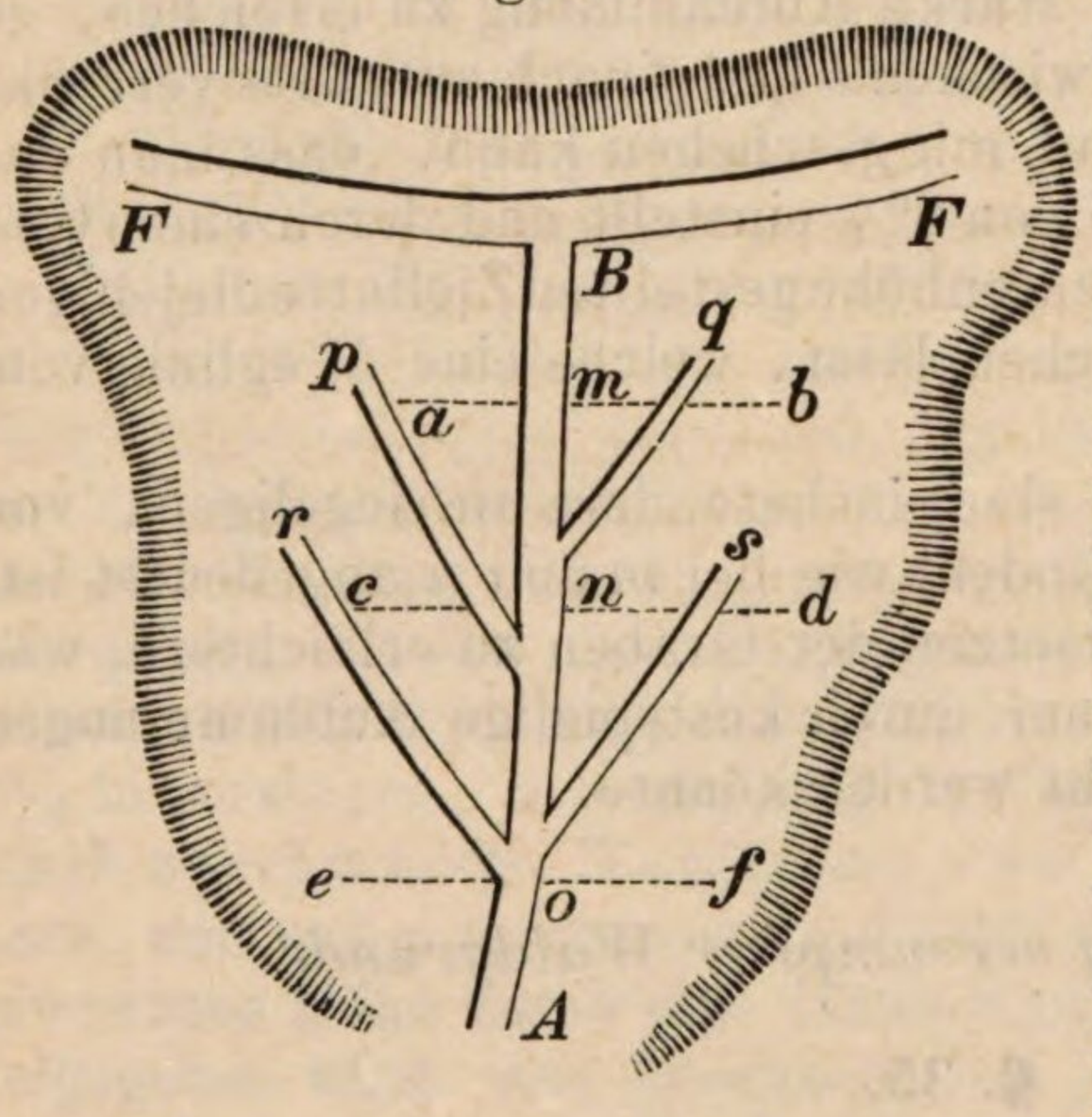
lage), welcher das Aufstauen des aus den erhöhten Punkten zufliessenden Wassers veranlasst, wenn es keinen oberirdischen Abfluss gewinnen kann.

Auch am Fusse der Berggehänge, welche eine ähnliche Beschaffenheit des Untergrundes haben, bilden sich sehr leicht versumpfte Stellen, welche zwar in trockenen Jahreszeiten oft gänzlich versiegen (sogenannte Hungerquellen bilden), aber in nassen Jahren um so auffallender hervortreten, indem das auf dem Berghange durch die oberen Bodenschichten eindringende Meteorwasser von dem undurchlassenden Untergrunde aufgehalten, dem Fusse zugeführt wird und daselbst eine Aufstauung des Grundwassers bewirkt.

In beiden Fällen wird die Ableitung des stagnirenden Wassers, wenn das hiezu nöthige Gefälle gewonnen werden kann, am einfachsten und billigsten durch offene Gräben erreicht.

In muldenförmigen Vertiefungen wird zu diesem Zwecke am obern, höher gelegenen Ende der Mulde ein Fanggraben, Fig. 62, hergestellt, welcher das von oben zufliessende Wasser sammelt und dem in den tiefsten Punkten der Mulde angelegten Abzugsgraben zuführt. Ist die vortheilhafteste Richtung, in welcher der Abzugsgraben geführt werden muss, nicht schon aus der Beschaffenheit des Terrains deutlich erkennbar, so können mit dem Dendrometer als Nivellirinstrument, nach Anleitung des §. 31, einige Querprofile *ab*, *cd*, *ef* nach der Breite der Mulde aufgenommen und hiedurch die tiefsten Punkte *m*, *n*, *o* gefunden werden, welche die Richtung des Abzugsgrabens andeuten. Das Gefälle für denselben soll $^1/_2$—1% nicht überschreiten, weil sonst durch den raschen Wasserabfluss die Sohle und Grabenwände sehr stark leiden. Das Ausstechen wird mit dem Abzugsgraben und zwar am unteren Ende desselben begonnen und nach oben fortgesetzt, damit das sich sammelnde Wasser sogleich abfliessen kann und bei der Arbeit nicht hinderlich wird.

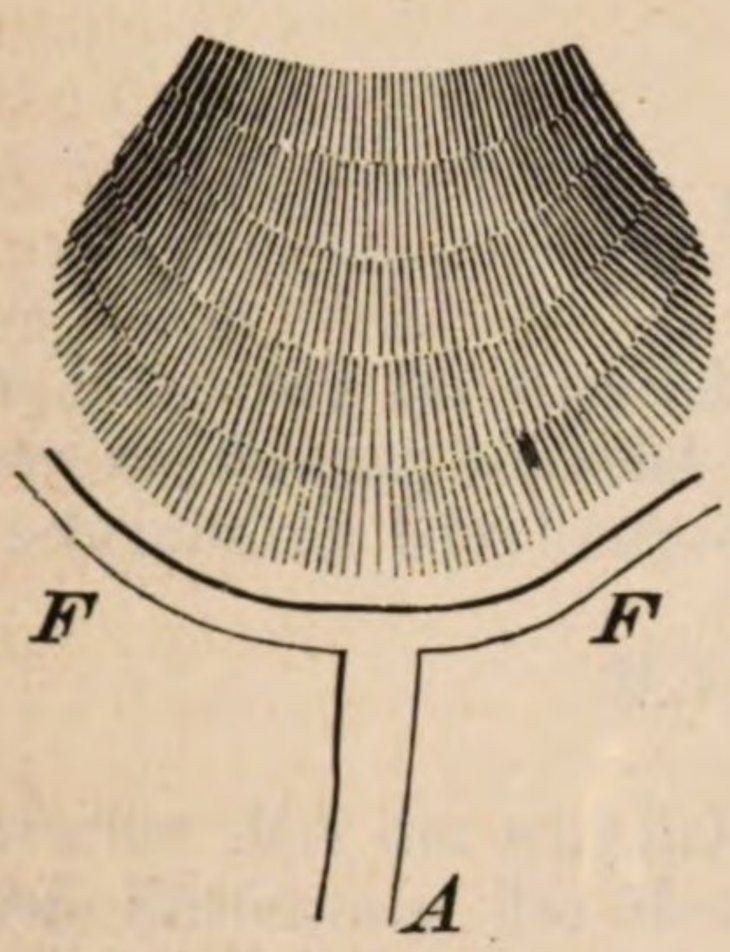
Fig. 62.



Ist der Abzugs- und der Fanggraben der ganzen Länge nach hergestellt, so werden von dem ersteren aus, nach beiden Seiten hin, schmale Zuleitungs- oder Aufsaugungsgräben *p*, *q*, *r*, *s* in der Art

ausgehoben, dass sie unter einem spitzigen Winkel in den Abzugsgraben einmünden und das von den Seiten aufgefangene Wasser mit geringem Gefälle dem Abzugsgraben zuführen.

Fig. 63.



Um die am Fusse mancher Gehänge vorkommenden Sumpfstellen zu entwässern, wird in ähnlicher Weise wie im früheren Falle am Fusse des Hanges, Fig. 63, der Fanggraben *F* hergestellt, um das von demselben aufgefangene Wasser durch den Abzugsgraben *A* abzuleiten.

Die Entwässerung versumpfter Gründe mittelst bedeckter Gräben (Unterdrains), welche an der Sohle mit einer starken Schichte von Steinen locker ausgelegt, dann mit schlankem Reisig, Heide u. dgl. bedeckt werden, um das Durchrieseln der zur Ausfüllung des oberen Raumes aufgeworfenen Erde, mithin das Verstopfen der Gräben zu verhindern; dann die Entwässerung durch in die Erde eingelegte Thonröhren (Drainage), kann wegen der mit ihrer Anlage verbundenen Kosten beim Forstbetriebe nur ausnahmsweise, z. B. in Forstgärten oder auf nassen, aber ihrer sonstigen Lage und Bodenbeschaffenheit nach werthvolleren Waldwiesen angewendet werden. Beim landwirthschaftlichen Betriebe hingegen verdienen diese letztgenannten Entwässerungsmethoden die höchste Beachtung, indem sie zu den erfolgreichsten Meliorationsmitteln gerechnet werden können, die ganz geeignet sind, die Ertragsfähigkeit nasser und kalter Gründe bedeutend zu erhöhen.

Tafel 1

zum Aufsuchen der wirklichen Baumstärken nach den in einer gewissen Entfernung mittelst der Durchmesserskale abgenommenen scheinbaren Durchmessern, berechnet nach der Gleichung:

$$MN'' = \frac{OM' \cdot z}{10},$$

in welcher MN der wirkliche Baumdurchmesser in Zollen, OM die schiefe Entfernung des Messpunktes vom Auge des Beobachters in Fussen und z die an der Durchmesserskale genommene Ablesung des scheinbaren Durchmessers bedeutet.

Für schiefe Entfernungen, welche die Grenze der Tafel überschreiten (über 119′ betragen), nimmt man die Hälfte $= \frac{OM}{2}$ dieser Entfernung und den zu derselben und der genommenen Ablesung z gehörigen wirklichen Durchmesser doppelt.

Für Ablesungen z des scheinbaren Durchmessers, welche über der Grenze der Tafel liegen (über $6^0/_{20}$ betragen), ist der zur Hälfte dieser Ablesung $\frac{z}{2}$ und der betreffenden schiefen Entfernung gehörige wirkliche Durchmesser doppelt zu nehmen.

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
0	1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1
	2	0·2	0·2	0·2	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3
	3	0·3	0·3	0·3	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4
	4	0·4	0·4	0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	0·6
	5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7	0·7
	6	0·6	0·6	0·7	0·7	0·7	0·7	0·8	0·8	0·9	0·9
	7	0·7	0·7	0·8	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9	1·0	1·0
	8	0·8	0·8	0·9	0·9	1·0	1·0	1·0	1·0	1·1	1·1
	9	0·9	0·9	1·0	1·0	1·1	1·1	1·2	1·1	1·2	1·2
	10	1·0	1·0	1·1	1·1	1·2	1·2	1·3	1·3	1·4	1·4
	11	1·1	1·1	1·2	1·2	1·3	1·4	1·4	1·4	1·5	1·6
	12	1·2	1·2	1·3	1·3	1·4	1·5	1·5	1·6	1·6	1·7
	13	1·3	1·4	1·4	1·5	1·6	1·6	1·6	1·7	1·7	1·9
	14	1·4	1·5	1·5	1·6	1·7	1·7	1·7	1·9	1·9	2·0
	15	1·5	1·6	1·6	1·7	1·8	1·9	1·9	2·0	2·1	2·2
	16	1·6	1·7	1·8	1·9	2·0	2·1	2·2	2·2	2·2	2·3
	17	1·7	1·8	1·9	2·0	2·1	2·2	2·3	2·3	2·4	2·5
	18	1·8	1·9	2·0	2·1	2·2	2·3	2·4	2·4	2·5	2·6
	19	1·9	2·0	2·1	2·2	2·3	2·4	2·5	2·5	2·6	2·7
1	0	2·0	2·1	2·2	2·3	2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·9
	1	2·1	2·2	2·3	2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·9	3·0
	2	2·2	2·3	2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·9	3·0	3·2
	3	2·3	2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·9	3·0	3·2	3·4
	4	2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·9	3·0	3·2	3·4	3·5
	5	2·5	2·6	2·7	2·9	3·0	3·1	3·2	3·4	3·5	3·6
	6	2·6	2·7	2·8	3·0	3·1	3·2	3·3	3·5	3·6	3·7
	7	2·7	2·8	2·9	3·1	3·2	3·3	3·4	3·6	3·7	3·9
	8	2·8	2·9	3·0	3·2	3·3	3·4	3·6	3·7	3·9	4·0
	9	2·9	3·0	3·1	3·3	3·4	3·6	3·7	3·9	4·0	4·2
	10	3·0	3·1	3·3	3·4	3·6	3·7	3·9	4·0	4·2	4.3
	11	3·1	3·2	3·4	3·5	3·7	3·8	4·0	4·1	4·3	4·4
	12	3·2	3·3	3·5	3·6	3·8	3·9	4·1	4·2	4·4	4·5
	13	3·3	3·5	3·6	3·7	3·9	4·0	4·2	4·4	4·5	4·7
	14	3·4	3·6	3·7	3·8	4·0	4·2	4·4	4·5	4·7	4·9
	15	3·5	3·7	3·8	4·0	4·2	4·4	4·5	4·7	4·9	5·1
	16	3·6	3·8	3·9	4·1	4·3	4·5	4·6	4·8	5·0	5·2
	17	3·7	3·9	4·0	4·2	4·4	4·6	4·7	4·9	5·1	5·3
	18	3·8	4·0	4·1	4·3	4·5	4·7	4·8	5·0	5·2	5·4
	19	3·9	4·1	4·2	4·4	4·6	4·8	5·0	5·2	5·4	5·6
2	0	4·0	4·2	4·4	4·6	4·8	5·0	5·2	5·4	5·6	5·8

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0	1
0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·4	0·4	0·4	0·4		2
0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6		3
0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7	0·7	0·8		4
0·7	0·8	0·8	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9	0·9	1·0		5
0·9	0·9	1·0	1·0	1·0	1·0	1·1	1·1	1·1	1·1		6
1·0	1·0	1·2	1·2	1·2	1·2	1·3	1·3	1·3	1·3		7
1·2	1·2	1·3	1·3	1·4	1·4	1·4	1·4	1·5	1·5		8
1·3	1·3	1·4	1·4	1·5	1·5	1·6	1·6	1·7	1·7		9
1·5	1·5	1·6	1·6	1·7	1·7	1·8	1·8	1·9	1·9		10
1·6	1·7	1·8	1·8	1·9	1·9	2·0	2·0	2·0	2·1		11
1·7	1·9	2·0	2·0	2·0	2·1	2·1	2·2	2·2	2·3		12
1·9	2·0	2·1	2·1	2·1	2·3	2·3	2·4	2·4	2·5		13
2·0	2·1	2·2	2·3	2·3	2·4	2·5	2·6	2·6	2·7		14
2·2	2·3	2·4	2·5	2·5	2·6	2·7	2·8	2·8	2·9		15
2·4	2·5	2·6	2·7	2·8	2·8	2·9	3·0	3·1	3·1		16
2·5	2·6	2·8	2·9	3·0	3·0	3·1	3·2	3·3	3·3		17
2·6	2·8	2·9	3·0	3·1	3·1	3·2	3·4	3·5	3·5		18
2·8	2·9	3·0	3·1	3·2	3·3	3·4	3·5	3·6	3·7		19
3·0	3·1	3·2	3·3	3·4	3·5	3·6	3·7	3·8	3·9	1	0
3·2	3·3	3·4	3·5	3·6	3·7	3·8	3·9	4·0	4·1		1
3·4	3·5	3·6	3·7	3·8	3·9	4·0	4·1	4·2	4·3		2
3·5	3·6	3·7	3·9	4·0	4·1	4·2	4·3	4·4	4·5		3
3·6	3·7	3·9	4·0	4·1	4·2	4·3	4·5	4·6	4·7		4
3·7	3·9	4·0	4·1	4·2	4·4	4·5	4·6	4·7	4·9		5
3·8	4·0	4·2	4·3	4·4	4·6	4·7	4·8	4·9	5·1		6
4·0	4·2	4·3	4·5	4·6	4·8	4·9	5·0	5·1	5·3		7
4·2	4·3	4·5	4·6	4·8	4·9	5·1	5·2	5·3	5·5		8
4·3	4·5	4·6	4·8	4·9	5·1	5·2	5·4	5·5	5·7		9
4·5	4·6	4·8	4·9	5·1	5·2	5·4	5·5	5·7	5·8		10
4·6	4·7	4·9	5·1	5·2	5·4	5·6	5·7	5·8	6·0		11
4·7	4·9	5·1	5·2	5·4	5·6	5·8	5·9	6·1	6·3		12
4·9	5·1	5·2	5·4	5·6	5·8	5·9	6·1	6·3	6·5		13
5·1	5·2	5·4	5·6	5·8	5·9	6·1	6·3	6·5	6·6		14
5·2	5·4	5·6	5·8	5·9	6·1	6·3	6·5	6·6	6·8		15
5·3	5·5	5·7	5·9	6·0	6·2	6·4	6·6	6·8	7·0		16
5·4	5·6	5·8	6·0	6·2	6·4	6·6	6·8	6·9	7·2		17
5·6	5·8	6·0	6·2	6·4	6·6	6·8	7·0	7·2	7·4		18
5·8	6·0	6·2	6·4	6·6	6·8	7·0	7·2	7·4	7·6		19
6·0	6·2	6·4	6·6	6·8	7·0	7·2	7·4	7·6	7·8	2	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
2	1	4·1	4·3	4·5	4·7	4·9	5·1	5·3	5·5	5·7	5·9
	2	4·2	4·4	4·6	4·8	5·0	5·2	5·4	5·6	5·8	6·0
	3	4·3	4·5	4·7	4·9	5·2	5·3	5·5	5·8	6·0	6·1
	4	4·4	4·6	4·8	5·0	5·3	5·4	5·6	6·0	6·1	6·3
	5	4·5	4·7	4·9	5·2	5·4	5·6	5·8	6·1	6·3	6·5
	6	4·6	4·8	5·0	5·3	5·5	5·7	5·9	6·2	6·4	6·6
	7	4·7	4·9	5·1	5·4	5·6	5·8	6·0	6·3	6·5	6·7
	8	4·8	5·0	5·2	5·5	5·7	5·9	6·1	6·5	6·7	6·8
	9	4·9	5·1	5·3	5·6	5·8	6·0	6·3	6·6	6·8	7·0
	10	5·0	5·2	5·5	5·7	6·0	6·2	6·5	6·7	7·0	7·2
	11	5·1	5·3	5·6	5·8	6·1	6·3	6·6	6·8	7·1	7·3
	12	5·2	5·4	5·7	5·9	6·2	6·4	6·7	6·9	7·2	7·4
	13	5·3	5·5	5·8	6·0	6·3	6·5	6·9	7·0	7·4	7·6
	14	5·4	5·6	5·9	6·1	6·4	6·7	7·0	7·2	7·6	7·8
	15	5·5	5·8	6·0	6·3	6·6	6·9	7·1	7·4	7·7	8·0
	16	5·6	5·9	6·1	6·4	6·7	7·0	7·2	7·5	7·8	8·1
	17	5·7	6·0	6·2	6·5	6·8	7·1	7·3	7·6	7·9	8·2
	18	5·8	6·1	6·3	6·6	6·9	7·2	7·4	7·7	8·0	8·3
	19	5·9	6·2	6·4	6·7	7·0	7·3	7·6	7·9	8·2	8·5
3	0	6·0	6·3	6·6	6·9	7·2	7·5	7·8	8·1	8·4	8·7
	1	6·1	6·4	6·7	7·0	7·3	7·6	7·9	8·2	8·5	8·8
	2	6·2	6·5	6·8	7·1	7·4	7·7	8·0	8·3	8·6	8·9
	3	6·3	6·6	6·9	7·2	7·5	7·8	8·1	8·4	8·7	9·0
	4	6·4	6·7	7·0	7·3	7·6	7·9	8·2	8·6	8·9	9·2
	5	6·5	6·8	7·1	7·5	7·8	8·0	8·4	8·8	9·1	9·4
	6	6·6	6·9	7·2	7·6	7·9	8·2	8·5	8·9	9·2	9·5
	7	6·7	7·0	7·3	7·7	8·1	8·3	8·6	9·0	9·3	9·6
	8	6·8	7·1	7·4	7·8	8·2	8·4	8·7	9·1	9·4	9·7
	9	6·9	7·2	7·5	7·9	8·3	8·5	8·9	9·2	9·6	9·9
	10	7·0	7·3	7·7	8·0	8·4	8·7	9·1	9·4	9·8	10·1
	11	7·1	7·4	7·8	8·1	8·5	8·8	9·2	9·5	9·9	10·2
	12	7·2	7·5	7·9	8·2	8·6	8·9	9·3	9·6	10·0	10·3
	13	7·3	7·6	8·0	8·3	8·7	9·0	9·4	9·8	10·1	10·5
	14	7·4	7·7	8·1	8·4	8·8	9·2	9·5	9·9	10·3	10·7
	15	7·5	7·8	8·2	8·6	9·0	9·4	9·7	10·1	10·5	10·9
	16	7·6	7·9	8·3	8·7	9·1	9·5	9·8	10·2	10·6	11·0
	17	7·7	8·0	8·4	8·8	9·2	9·6	9·9	10·3	10·7	11·1
	18	7·8	8·1	8·5	8·9	9·3	9·7	10·1	10·5	10·9	11·2
	19	7·9	8·2	8·6	9·0	9·4	9·8	10·2	10·6	11·0	11·4
4	0	8·0	8·4	8·8	9·2	9·6	10·0	10·4	10·8	11·2	11·6

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
6·1	6·3	6·6	6·8	7·0	7·2	7·4	7·6	7·8	8·0	2	1
6·2	6·4	6·7	6·9	7·1	7·3	7·5	7·7	7·9	8·2		2
6·3	6·5	6·8	7·1	7·2	7·5	7·7	7·9	8·1	8·4		3
6·5	6·7	7·0	7·2	7·4	7·7	7·9	8·1	8·3	8·6		4
6·7	7·0	7·2	7·4	7·6	7·9	8·1	8·3	8·5	8·8		5
6·8	7·1	7·3	7·5	7·7	8·0	8·2	8·4	8·6	9·0		6
7·0	7·3	7·5	7·7	7·8	8·1	8·4	8·6	8·8	9·2		7
7·2	7·5	7·7	7·8	8·2	8·3	8·6	8·8	9·0	9·3		8
7·3	7·6	7·8	8·0	8·3	8·5	8·8	9·0	9·2	9·5		9
7·5	7·7	8·0	8·2	8·5	8·7	9·0	9·2	9·5	9·7		10
7·6	7·8	8·1	8·3	8·6	8·9	9·1	9·3	9·6	9·8		11
7·8	7·9	8·2	8·5	8·7	9·0	9·2	9·5	9·8	10·1		12
8·0	8·1	8·4	8·7	8·9	9·2	9·4	9·7	10·0	10·3		13
8·1	8·3	8·6	8·9	9·1	9·4	9·6	9·9	10·2	10·5		14
8·2	8·5	8·8	9·1	9·3	9·6	9·9	10·2	10·4	10·7		15
8·3	8·6	8·9	9·2	9·4	9·7	10·0	10·3	10·6	10·9		16
8·4	8·7	9·1	9·3	9·6	9·8	10·2	10·5	10·7	11·1		17
8·6	8·9	9·3	9·5	9·8	10·0	10·4	10·7	10·9	11·3		18
8·8	9·1	9·5	9·7	10·0	10·2	10·6	10·9	11·1	11·5		19
9·0	9·3	9·6	9·9	10·2	10·5	10·8	11·1	11·4	11·7	3	0
9·1	9·4	9·7	10·0	10·3	10·6	10·9	11·2	11·5	11·8		1
9·2	9·5	9·8	10·1	10·4	10·7	11·1	11·4	11·7	12·0		2
9·3	9·7	10·0	10·3	10·6	10·9	11·3	11·6	11·9	12·3		3
9·5	9·9	10·2	10·5	10·8	11·1	11·5	11·8	12·1	12·5		4
9·7	10·1	10·4	10·7	11·0	11·4	11·7	12·0	12·3	12·7		5
9·8	10·2	10·5	10·8	11·1	11·5	11·8	12·1	12·4	12·8		6
9·9	10·3	10·6	10·9	11·3	11·6	11·9	12·3	12·6	12·9		7
10·1	10·4	10·7	11·1	11·4	11·8	12·1	12·5	12·8	13·1		8
10·3	10·6	10·9	11·3	11·7	12·0	12·3	12·7	13·1	13·4		9
10·5	10·8	11·2	11·5	11·9	12·2	12·6	12·9	13·3	13·6		10
10·6	10·9	11·3	11·6	12·0	12·3	12·7	13·0	13·4	13·8		11
10·7	11·0	11·4	11·8	12·1	12·5	12·9	13·3	13·6	14·0		12
10·9	11·2	11·6	12·0	12·3	12·7	13·1	13·5	13·8	14·2		13
11·1	11·4	11·8	12·2	12·5	12·9	13·3	13·7	14·0	14·4		14
11·2	11·6	12·0	12·4	12·7	13·1	13·5	13·8	14·2	14·6		15
11·3	11·7	12·1	12·5	12·8	13·2	13·6	14·0	14·4	14·8		16
11·4	11·8	12·2	12·6	13·0	13·4	13·8	14·2	14.6	15·0		17
11·6	12·0	12·4	12·8	13·2	13·6	14·0	14·4	14·8	15·2		18
11·8	12·2	12·6	13·0	13·4	13·8	14·2	14·6	15·0	15·4		19
12·0	12·4	12·8	13·2	13·6	14·0	14·4	14·8	15·2	15·6	4	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
4	1	8·1	8·5	8·9	9·3	9·7	10·1	10·5	10·9	11·3	11·7
	2	8·2	8·6	9·0	9·4	9·8	10·2	10.6	11·0	11·4	11·8
	3	8·3	8·7	9·1	9·5	9·9	10·3	10·7	11·1	11·5	11·9
	4	8·4	8·8	9·2	9·6	10·0	10·4	10·8	11·3	11·7	12·1
	5	8·5	8·9	9·3	9·8	10·2	10·6	11·0	11·5	11·9	12·3
	6	8·6	9·0	9·4	9·9	10·3	10·7	11·1	11·6	12·0	12·4
	7	8·7	9·1	9·5	10·0	10·4	10·8	11·2	11·7	12·1	12·5
	8	8·8	9·2	9·6	10·1	10·5	10·9	11·3	11·8	12.2	12·6
	9	8·9	9·3	9·7	10·2	10·6	11·0	11·5	11·9	12·4	12·8
	10	9·0	9·4	9·9	10·3	10·8	11·2	11·7	12·1	12·6	13·0
	11	9·1	9·5	10·0	10·4	10·9	11·3	11·8	12·2	12·7	13·1
	12	9·2	9·6	10·1	10·5	11·0	11·4	11·9	12·3	12·8	13·3
	13	9·3	9·7	10·2	10·6	11·1	11·5	12·1	12·4	12·9	13·4
	14	9·4	9·8	10·3	10·7	11·3	11·7	12·2	12·6	13·1	13·6
	15	9·5	10·0	10·4	10·9	11·4	11·9	12·3	12·8	13·3	13·8
	16	9·6	10·1	10·5	11·0	11·5	12·0	12·4	12·9	13·4	13·9
	17	9·7	10·2	10·6	11·1	11·6	12·1	12·5	13·0	13·5	14·1
	18	9·8	10·3	10·7	11·2	11·7	12·2	12·6	13·1	13·7	14·2
	19	9·9	10·4	10·8	11·3	11·9	12·3	12·8	13·3	13·9	14·4
5	0	10·0	10·5	11·0	11·5	12·0	12·5	13·0	13·5	14·0	14·5
	1	10·1	10·6	11·1	11·6	12·1	12·6	13·1	13·6	14·1	14·6
	2	10·2	10·7	11·2	11·7	12·2	12·7	13·2	13·7	14·2	14·7
	3	10·3	10·8	11·3	11·8	12·3	12·8	13·3	13·8	14·3	14·8
	4	10·4	10·9	11·4	11·9	12·4	12·9	13·4	13·9	14·5	15·0
	5	10·5	11·0	11·5	12·1	12·6	13·1	13·6	14·2	14·7	15·2
	6	10·6	11·1	11·6	12·2	12·7	13·2	13·7	14·3	14·8	15·3
	7	10·7	11·2	11·7	12·3	12·8	13·3	13·8	14·4	14·9	15·4
	8	10·8	11·3	11·8	12·4	12·9	13·4	13·9	14·5	15·0	15·5
	9	10·9	11·4	11·9	12·5	13·0	13·5	14·1	14·6	15·2	15·7
	10	11·0	11·5	12·1	12·6	13·2	13·7	14·3	14·8	15·4	15·9
	11	11·1	11·6	12·2	12·7	13·3	13·8	14·4	14·9	15·5	16·0
	12	11·2	11·7	12·3	12·8	13·4	13·9	14·5	15·0	15·6	16·1
	13	11·3	11·8	12·4	12·9	13·5	14·0	14·6	15·1	15·7	16·3
	14	11·4	11·9	12·5	13·1	13·6	14·2	14·7	15·3	15·9	16·5
	15	11.5	12·1	12·6	13·2	13·8	14·4	14·9	15·5	16·1	16·7
	16	11·6	12·2	12·7	13·3	13·9	14·5	15·0	15·6	16·2	16·8
	17	11·7	12·3	12·8	13·4	14·0	14·6	15·1	15·7	16·3	16·9
	18	11·8	12·4	12·9	13·5	14·1	14·7	15·2	15·8	16·4	17·0
	19	11·9	12·5	13·0	13·6	14·2	14·8	15·4	16·0	16·6	17·2
6	0	12·0	12·6	13·2	13·8	14·4	15·0	15·6	16·2	16·8	17·4

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
12·1	12·5	12·9	13·4	13·8	14·2	14·6	15·0	15·4	15·8	4	1
12·2	12·6	13·0	13·5	13·9	14·3	14·7	15·1	15·5	15·9		2
12·3	12·8	13·2	13·6	14·1	14·5	14·9	15·3	15·7	16·1		3
12·5	13·0	13·4	13·8	14·3	14·7	15·1	15·5	15·9	16·3		4
12·7	13·2	13·6	14·0	14·4	14·9	15·3	15·7	16·1	16·6		5
12·8	13·3	13·7	14·1	14·5	15·0	15·4	15·8	16·2	16·7		6
13·0	13·4	13·8	14·2	14·6	15·1	15·5	15·9	16·4	16·9		7
13·1	13·5	14·0	14·4	14·8	15·3	15·7	16·1	16·6	17·1		8
13·3	13·7	14·2	14·6	15·0	15·5	15·9	16·3	16·8	17·3		9
13·5	13·9	14·4	14·8	15·3	15·7	16·2	16·6	17·1	17·5		10
13·6	14·0	14·5	14·9	15·4	15·8	16·3	16·7	17·2	17·6		11
13·7	14·1	14·6	15·0	15·5	16·0	16·5	16·9	17·4	17·8		62
13·8	14·3	14·8	15·3	15·7	16·2	16·7	17·1	17·6	18·0		13
14·0	14·5	15.0	15·5	15·9	16·4	16·9	17·3	17·8	18·2		14
14·2	14·7	15·2	15·7	16·1	16·6	17·1	17·6	18·0	18·5		15
14·3	14·8	15·3	15·8	16·2	16·8	17·3	17·8	18·2	18·7		16
14·4	14·9	15·4	15·9	16·4	16·9	17·4	17·9	18·4	18·9		17
14·6	15·1	15·6	16·1	16·6	17·1	17·6	18·1	18·6	19·1		18
14·8	15·3	15·8	16·3	16·8	17·3	17·8	18·3	18·8	19·3		19
15·0	15·5	16·0	16·5	17·0	17·5	18·0	18·5	19·0	19·5	5	0
15·1	15·6	16·1	16·6	17·1	17·6	18·1	18·6	19·1	19·6		1
15·2	15·7	16·2	16·7	17·2	17·7	18·3	18·8	19·3	19·8		2
15·3	15·8	16·4	16·9	17·4	17·9	18·5	19·0	19·5	20·0		3
15·5	16·0	16·6	17·1	17·6	18·1	18·7	19·2	19·7	20·2		4
15·7	16·2	16·8	17·3	17·8	18·3	18·9	19·4	19·9	20·4		5
15·8	16·3	16·9	17·4	17·9	18·4	19·0	19·5	20·1	20·6		6
15·9	16·4	17·0	17·5	18·1	18·6	19·2	19·7	20·3	20·8		7
16·1	16·6	17·2	17·7	18·3	18·8	19·4	19·9	20·5	21·0		8
16·3	16·8	17·4	17·9	18·5	19·0	19·6	20·1	20·7	21·2		9
16·5	17·0	17·6	18·1	18·7	19·2	19·8	20·3	20·9	21·4		10
16·6	17·1	17·7	18·2	18·8	19·3	19·9	20·6	21·1	21·6		11
16·7	17·2	17·8	18·3	18·9	19·5	20·1	20·7	21·2	21·8		12
16·8	17·4	18·0	18·5	19·1	19·7	20·3	20·9	21·4	22·0		13
17·0	17·6	18·2	18·7	19·3	19·9	20·5	21·1	21·6	22·2		14
17·2	17·8	18·4	19·0	19·5	20·1	20·7	21·3	21·8	22·4		15
17·3	17·9	18·5	19·1	19·6	20·2	20·9	21·5	22·0	22·6		16
17·4	18·0	18·6	19·2	19·8	20·4	21·0	21·6	22·2	22·8		17
17·6	18·2	18·8	19·4	20·0	20·6	21·2	21·8	22·4	23·0		18
17·8	18·4	19·0	19·6	20·2	20·8	21·4	22·0	22·6	23·2		19
18·0	18·6	19·2	19·8	20·4	21·0	21·6	22·2	22·8	23·4	6	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
0	1	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2
	2	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·5	0·5	0·5
	3	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7	0·7
	4	0·8	0.8	0·8	0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	1·0	1·0
	5	1·0	1·0	1·0	1·1	1·1	1·1	1·1	1·2	1·2	1·2
	6	1·2	1·2	1·3	1·3	1·3	1·3	1·4	1·4	1·5	1·5
	7	1·4	1·4	1·4	1·5	1·5	1·5	1·6	1·6	1·7	1·7
	8	1·6	1·6	1·7	1·7	1·8	1·8	1·8	1·8	1·9	2·0
	9	1·8	1·8	1·9	1·9	2·0	2·0	2·0	2·1	2·2	2·2
	10	2·0	2·0	2·1	2·1	2·2	2·2	2·3	2·3	2·4	2·4
	11	2·2	2·2	2·3	2·3	2·4	2·4	2·5	2·5	2·6	2·6
	12	2·4	2·4	2·5	2·6	2·6	2·7	2·7	2·8	2·9	2·9
	13	2·6	2·6	2·7	2·8	2·8	2·9	2·9	3·0	3·1	3·1
	14	2·8	2·8	2·9	3·0	3·1	3·1	3·2	3·3	3·4	3·4
	15	3·0	3·1	3·1	3·2	3·3	3·4	3·4	3·5	3·6	3·7
	16	3·2	3·3	3·3	3·4	3·5	3·6	3·7	3·7	3·8	3·9
	17	3·4	3·5	3·5	3·6	3·7	3·8	3·9	3·9	4·0	4·1
	18	3·6	3·7	3·8	3·8	3·9	4·0	4·1	4·2	4·3	4·4
	19	3·8	3·9	4·0	4·1	4·1	4·2	4·3	4·4	4·5	4·6
1	0	4·0	4·1	4·2	4·3	4·4	4·5	4·6	4·7	4·8	4·9
	1	4·2	4·3	4·4	4·5	4·6	4·7	4·8	4·9	5·0	5·1
	2	4·4	4·5	4·6	4·7	4·8	4·9	5·0	5·1	5·2	5·4
	3	4·6	4·7	4·8	4·9	5·0	5·1	5·2	5·3	5·4	5·6
	4	4·8	4·9	5·0	5·2	5·3	5·4	5·5	5·6	5·7	5·9
	5	5·0	5·1	5·2	5·4	5·5	5·6	5·7	5·9	6·0	6·2
	6	5·2	5·3	5·4	5·6	5·7	5·8	6·0	6·1	6·2	6·3
	7	5·4	5·5	5·6	5·7	5·9	6·1	6·2	6·3	6·4	6·5
	8	5·6	5·7	5·9	6·0	6·1	6·3	6·4	6·6	6·7	6·8
	9	5·8	5·9	6·1	6·2	6·4	6·6	6·7	6·9	7·0	7·1
	10	6·0	6·1	6·3	6·4	6·6	6·7	6·9	7·0	7·2	7·3
	11	6·2	6·3	6·5	6·6	6·7	6·9	7·0	7·2	7·4	7·5
	12	6·4	6·5	6·7	6·9	7·0	7·2	7·3	7·5	7·7	7·8
	13	6·6	6·7	6·9	7·1	7·2	7·4	7·5	7·7	7·9	8·1
	14	6·8	6·9	7·1	7·3	7·5	7·6	7·8	8·0	8·1	8·3
	15	7·0	7·2	7·3	7·5	7·7	7·9	8·1	8·2	8·4	8·6
	16	7·2	7·4	7·5	7·7	7·9	8·1	8·3	8·4	8·6	8·8
	17	7·4	7·6	7·8	8·0	8·1	8·3	8·5	8·7	8·9	9·1
	18	7·6	7·8	8·0	8·1	8·3	8·5	8·7	8·9	9·1	9·3
	19	7·8	8·0	8·2	8·3	8·5	8·7	9·0	9·2	9·4	9·6
2	0	8·0	8·2	8·4	8·6	8·8	9·0	9·2	9·4	9·6	9·8

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0	1
0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	0·6	0·6	0·6		2
0·7	0·8	0·8	0·8	0·8	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9		3
1·0	1·0	1·0	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·2	1·2		4
1·2	1·3	1·3	1·3	1·3	1·4	1·4	1·4	1·4	1·5		5
1·5	1·5	1·6	1·6	1·6	1·6	1·7	1·7	1·7	1·8		6
1·7	1·8	1·8	1·8	1·9	1·9	1·9	1·9	2·0	2·1		7
2·0	2·0	2·0	2·1	2·1	2·2	2·2	2·2	2·3	2·3		8
2·2	2·3	2·3	2·4	2·4	2·4	2·5	2·5	2·6	2·6		9
2·5	2·5	2·6	2·6	2·7	2·7	2·8	2·8	2·9	2·9		10
2·7	2·7	2·8	2·9	2·9	3·0	3·0	3·1	3·2	3·2		11
3·0	3·0	3·1	3·1	3·2	3·3	3·3	3·4	3·5	3·5		12
3·2	3·2	3·3	3·4	3·5	3·5	3·6	3·7	3·7	3·8		13
3·5	3·5	3·6	3·7	3·8	3·8	3·9	4·0	4·0	4·1		14
3·7	3·8	3·9	4·0	4·0	4·1	4·2	4·3	4·3	4·4		15
4·0	4·1	4·1	4·2	4·3	4·4	4·5	4·5	4·6	4·7		16
4·2	4·3	4·4	4·5	4·6	4·7	4·8	4·8	4·9	5·0		17
4·5	4·6	4·7	4·7	4·8	4·9	5·0	5·1	5·2	5·3		18
4·7	4·8	4·9	5·0	5·1	5·2	5·3	5·4	5·5	5·6		19
5·0	5·1	5·2	5·3	5·4	5·5	5·6	5·7	5·8	5·9	1	0
5·2	5·3	5·4	5·5	5·6	5·7	5·9	6·0	6·1	6·2		1
5·5	5·6	5·7	5·8	5·9	6·0	6·1	6·2	6·4	6·5		2
5·8	5·9	6·0	6·1	6·2	6·3	6·4	6·5	6·6	6·8		3
6·1	6·2	6·3	6·4	6·5	6·6	6·7	6·8	6·9	7·1		4
6·2	6·4	6·5	6·6	6·7	6·9	7·0	7·1	7·2	7·4		5
6·5	6·6	6·7	6·9	7·0	7·1	7·3	7·4	7·5	7·6		6
6·7	6·8	7·0	7·1	7·2	7·4	7·5	7·7	7·8	7·9		7
7·0	7·1	7·3	7·4	7·5	7·7	7·8	8·0	8·1	8·2		8
7·3	7·4	7·6	7·7	7·8	8·0	8·1	8·3	8·4	8·6		9
7·5	7·6	7·8	7·9	8·1	8·2	8·4	8·5	8·7	8·8		10
7·7	7·8	8·0	8·2	8·4	8·5	8·6	8·8	9·0	9·1		11
8·0	8·1	8·3	8·5	8·6	8·8	8·9	9·1	9·3	9·4		12
8·2	8·4	8·6	8·8	8·9	9·0	9·2	9·4	9·6	9·7		13
8·5	8·6	8·8	9·0	9·2	9·3	9·5	9·7	9·8	10·0		14
8·7	8·9	9·1	9·3	9·4	9·6	9·8	10·0	10·1	10·3		15
9·0	9·2	9·3	9·5	9·7	9·9	10·1	10·2	10·4	10·6		16
9·3	9·5	9·6	9·8	10·0	10·2	10·4	10·5	10·7	10·9		17
9·5	9·7	9·9	10·0	10·2	10·4	10·6	10·8	11·0	11·2		18
9·8	10·0	10·2	10·3	10·5	10·8	10·9	11·1	11·3	11·5		19
10·0	10·2	10·4	10·6	10·8	11·0	11·2	11·4	11·6	11·8	2	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
2	1	8·2	8·4	8·6	8·8	9·0	9·2	9·4	9·6	9·8	10·0
	2	8·4	8·6	8·8	9·0	9·2	9·4	9·6	9·8	10·1	10·3
	3	8·6	8·8	9·0	9·2	9·4	9·7	9·9	10·1	10·3	10·5
	4	8·8	9·0	9·2	9·4	9·7	9·9	10·1	10·3	10·5	10·8
	5	9·0	9·2	9·4	9·7	9·9	10·1	10·3	10·6	10·8	11·0
	6	9·2	9·4	9·6	9·9	10·1	10·3	10·5	10·8	11·0	11·3
	7	9·4	9·6	9·8	10·0	10·3	10·5	10·8	11·0	11·3	11·5
	8	9·6	9·8	10·1	10·3	10·5	10·8	11·0	11·3	11·5	11·7
	9	9·8	10·0	10·2	10·5	10·7	11·0	11·2	11·5	11·7	12·0
	10	10·0	10·2	10·5	10·7	11·0	11·2	11·5	11·7	12·0	12·2
	11	10·2	10·4	10·7	10·9	11·2	11·4	11·7	11·9	12·2	12·5
	12	10·4	10·6	10·9	11·2	11·4	11·7	11·9	12·2	12·5	12·7
	13	10·6	10·8	11·0	11·4	11·6	11·9	12·1	12·4	12·7	12·9
	14	10·8	11·0	11·3	11·6	11·9	12·1	12·4	12·7	12·9	13·2
	15	11·0	11·3	11·5	11·8	12·1	12·4	12·6	12·9	13·2	13·5
	16	11·2	11·5	11·7	12·0	12·3	12·6	12·8	13·1	13·4	13·7
	17	11·4	11·7	11·9	12·2	12·5	12·8	13·0	13·3	13·6	13·9
	18	11·6	11·9	12·2	12·4	12·7	13·0	13·3	13·6	13·9	14·2
	19	11·8	12·1	12·4	12·6	12·9	13·2	13·5	13·8	14·1	14·4
3	0	12·0	12·3	12·6	12·9	13·2	13·5	13·8	14·1	14·4	14·7
	1	12·2	12·5	12·8	13·1	13·4	13·7	14·0	14·3	14·6	14·9
	2	12·4	12·7	13·0	13·3	13·6	13·9	14·3	14·6	14·9	15·2
	3	12·6	12·9	13·2	13·5	13·8	14·1	14·5	14·8	15·1	15·4
	4	12·8	13·1	13·4	13·7	14·1	14·3	14·7	15·1	15·4	15·7
	5	13·0	13·3	13·6	14·0	14·3	14·6	14·9	15·3	15·6	15·9
	6	13·2	13·5	13·8	14·2	14·6	14·8	15·1	15·5	15·9	16·1
	7	13·4	13·7	14·0	14·4	14·8	15·0	15·3	15·7	16·1	16·4
	8	13·6	13·9	14·2	14·6	15·0	15·3	15·6	15·9	16·3	16·6
	9	13·8	14·0	14·4	14·8	15·2	15·5	15·8	16·1	16·5	16·8
	10	14·0	14·3	14·7	15·0	15·4	15·7	16·1	16·4	16·8	17·1
	11	14·2	14·5	14·9	15·2	15·6	15·9	16·3	16·6	17·0	17·3
	12	14·4	14·7	15·1	15·4	15·8	16·2	16·5	16·8	17·3	17·6
	13	14·6	14·9	15·3	15·6	16·0	16·4	16·7	17·1	17·6	17·8
	14	14·8	15·2	15·5	15·8	16·3	16·6	16·9	17·3	17·8	18·1
	15	15·0	15·4	15·7	16·1	16·5	16·9	17·2	17·6	18·0	18·4
	16	15·2	15·6	16·0	16·3	16·7	17·1	17·4	17·8	18·3	18·7
	17	15·4	15·8	16·2	16·5	16·9	17·3	17·6	18·0	18·5	18·9
	18	15·6	16·0	16·4	16·7	17·1	17·5	17·9	18·3	18·7	19·1
	19	15·8	16·2	16·6	16·9	17·3	17·7	18·1	18·5	18·9	19·3
4	0	16·0	16·4	16·8	17·2	17·6	18·9	18·4	18·8	19·2	19·6

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
10·2	10·4	10·7	10·9	11·1	11·3	11·5	11·7	11·9	12·1	2	1
10·5	10·7	10·9	11·1	11·3	11·5	11·7	11·9	12·2	12·4		2
10·7	11·0	11·2	11·4	11·6	11·8	12·0	12·2	12·5	12·7		3
11·0	11·2	11·5	11·7	11.9	12·1	12·3	12·5	12·7	13·0		4
11·2	11·5	11·7	11·9	12·1	12·4	12·6	12·8	13 0	13·3		5
11·5	11·7	12·0	12·2	12·4	12·7	12·9	13·1	13·3	13·6		6
11·7	12·0	12·2	12·5	12·7	12·9	13·2	13·4	13·6	13·9		7
12 0	12·2	12·5	12·7	12·9	13·2	13·4	13·7	13·9	14·1		8
12·2	12·5	12·7	13·0	13·2	13·5	13·7	14·0	14 2	14·4		9
12·5	12·7	13·0	13·2	13·5	13·7	14·0	14·2	14·5	14·7		10
12·7	13·0	13·2	13·5	13·8	14·0	14·3	14·5	14·8	15·0		11
13·0	13·2	13·5	13·8	14·0	14·3	14·5	14·8	15·1	15·3		12
13·2	13·5	13·7	14·0	14·3	14·6	14·8	15·1	15·4	15·6		13
13·5	13·7	14·0	14·3	14·6	14·8	15·1	15·4	15·6	15·9		14
13·7	14·0	14·3	14·6	14·8	15·1	15·4	15·7	15·8	16·2		15
13·9	14·2	14·5	14·8	15·1	15·3	15·6	15·9	16·2	16·5		16
14·2	14·5	14·8	15·1	15·3	15·6	15·9	16·2	16·5	16 8		17
14·5	14·8	15·1	15·3	15·6	15·9	16·2	16·5	16.8	17·1		18
14·7	15·0	15·3	15·6	15·9	16·2	16·5	16 8	17·1	17·4		19
15·0	15·3	15·6	15·9	16·2	16·5	16·8	17·1	17·4	17·7	3	0
15·2	15·5	15·8	16·1	16·4	16·7	17·1	17·4	17·7	18·0		1
15·5	15·8	16·1	16·4	16·7	17·0	17·4	17·7	18·0	18·3		2
15·7	16·0	16·3	16·6	16·9	17·2	17·6	17.9	18·2	18·5		3
16·0	16·3	16·6	16·9	17·2	17·5	17·9	18·2	18·5	18·9		4
16·2	16·6	16·9	17·2	17·5	17·9	18·2	18·5	18·8	19·2		5
16·4	16·8	17·2	17·4	17·7	18·1	18·5	18·7	19·1	19·4		6
16·6	17·1	17·4	17·7	18·0	18·4	18·7	19·0	19·4	19·7		7
17·0	17·4	17·7	18·0	18·3	18·6	19·0	19·3	19·6	20·0		8
17·2	17·6	18·0	18·2	18·6	18·9	19·3	19·6	19·9	20·3		9
17·5	17·8	18·2	18·5	18·9	19 2	19·6	19·9	20·3	20·6		10
17·7	18·0	18·5	18·8	19·1	19·5	19·9	20·3	20·6	20·9		11
18·0	18·4	18·7	19·1	19·5	19·8	20·2	20·5	20·9	21·2		12
18·2	18·6	19·0	19·4	19·7	20·0	20·4	20·7	21·2	21·5		13
18 4	18·8	19·2	19·6	19·9	20·2	20 7	21·0	21·4	21·8		14
18·7	19·1	19·5	19·9	20·2	20·6	21·0	21 4	21·7	22·1		15
19·0	19·3	19·7	20·2	20·4	20·8	21·3	21·6	22·0	22·4		16
19·2	19·6	20·0	20·4	20·7	21·1	21·5	21·9	22·3	22·7		17
19·5	19·9	20·3	20·7	21·0	21·4	21·8	22·2	22·6	23·0		18
19·7	20·1	20·5	20·9	21·3	21·7	22·2	22·5	22·9	23·3		19
20·0	20·4	20·8	21·2	21·6	22·0	22·4	22·8	23·2	23·6	4	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
4	1	16·2	16·6	17·0	17·4	17·8	18·2	18 6	19·0	19·4	19·8
	2	16·4	16·8	17·2	17·6	18·0	18·5	18·8	19·2	19·7	20·1
	3	16·6	17·0	17·4	17·8	18·3	18·7	19·1	19·5	20·0	20·3
	4	16·8	17·2	17·6	18·0	18·5	18·9	19·3	19·7	20·2	20·5
	5	17·0	17·4	17·8	18·3	18·7	19·1	19·5	20·0	20·4	20·8
	6	17·2	17·6	18·0	18·5	18·9	19·3	19·8	20·2	20·7	21·1
	7	17·4	17·8	18·2	18·7	19·1	19·5	20·0	20·4	20·9	21·4
	8	17·6	18·0	18·4	18·9	19·3	19·8	20·2	20·7	21·1	21·6
	9	17·8	18·2	18·6	19·1	19·5	20·0	20·4	20·9	21·4	21·8
	10	18·0	18·4	18·9	19·3	19·8	20·2	20·7	21·1	21·6	22·0
	11	18·2	18·6	19·1	19·5	20·0	20·4	20·9	21·4	21·8	22·3
	12	18·4	18·8	19·3	19·7	20·2	20·6	21·1	21·6	22·0	22·5
	13	18·6	19·0	19·5	19·9	20·4	20·9	21·4	21·8	22·3	22·8
	14	18·8	19·2	19·7	20·2	20·6	21·1	21·6	22·0	22·5	23·0
	15	19·0	19·5	19·9	20·4	20·9	21·4	21·8	22·3	22·8	23·3
	16	19·2	19·7	20·1	20·6	21·1	21·6	22·1	22·5	23·0	23·5
	17	19·4	19·9	20·3	20 8	21·3	21·8	22·3	22·7	23·2	23·7
	18	19·6	20·1	20·5	21·0	21·5	22·0	22.5	23·0	23·5	23·9
	19	19·8	20·3	20·7	21·2	21·7	22·2	22·7	23·2	23·7	24·2
5	0	20·0	20·5	21·0	21·5	22·0	22·5	23·0	23·5	24·0	24·5
	1	20·2	20·7	21·2	21·7	22·2	22·7	23·2	23·7	24·2	24·7
	2	20·4	20·9	21·4	21·9	22·4	22·9	23·4	23·9	24·4	24·9
	3	20·6	21·1	21·6	22·1	22·6	23·1	23·6	24·1	24·7	25·2
	4	20·8	21·3	21·8	22·4	22·8	23·3	23·8	24·4	24·9	25·4
	5	21·0	21·5	22·0	22·6	23·1	23·6	24·1	24·7	25·2	25·7
	6	21·2	21·7	22·2	22·8	23·3	23·8	24·3	24·9	25·4	25·9
	7	21·4	21·9	22·4	23·0	23·5	24·0	24·5	25·1	25·6	26·1
	8	21·6	22·1	22·6	23·2	23·7	24·2	24·7	25·3	25·8	26·4
	9	21·8	22·3	22·8	23·4	23·9	24·4	24·9	25·5	26·1	26·6
	10	22·0	22·5	23·1	23·6	24·2	24·7	25·3	25·8	26·4	26·9
	11	22·2	22·7	23·3	23·8	24·4	24·9	25·5	26·0	26·6	27·1
	12	22·4	22·9	23·5	24·0	24·7	25·2	25·7	26·2	26·8	27·4
	13	22·6	23·1	23·7	24·2	24·9	25·4	25·9	26·4	27·1	27·6
	14	22·8	23·3	23·9	24·5	25·1	25·6	26·2	26·7	27·4	27·9
	15	23·0	23·6	24·1	24·7	25·3	25·9	26·4	27·0	27·6	28·2
	16	23·2	23·8	24·3	24·9	25·5	26·1	26·6	27·2	27·8	28·4
	17	23·4	24·0	24·6	25·1	25·7	26·3	26·8	27·4	28·0	28·6
	18	23·6	24·2	24·8	25·4	25·9	26·5	27·1	27·6	28·2	28·8
	19	23·8	24·4	25·0	25·6	26·1	26·7	27·3	27·9	28·5	29·1
6	0	24·0	24·6	25·2	25·8	26·4	27·0	27·6	28·2	28·8	29·4

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
20·2	20·6	21·1	21·5	21·9	22·3	22·7	23·1	23·5	23·9	4	1
20·4	20·8	21·4	21·7	22·1	22·5	23·0	23·3	23·7	24·2		2
20·6	21·1	21·7	21·9	22·5	22·7	23·3	23·6	23·9	24·6		3
20·8	21·4	21·9	22·1	22·7	23·0	23·5	23·9	24·2	24·8		4
21·2	21·7	22·1	22·5	22·9	23·4	23·8	24·2	24·6	25·1		5
21·4	21·9	22·4	22·6	23·1	23·8	24·2	24·4	24·8	25·4		6
21·6	22·2	22·6	22·9	23·4	24·0	24·4	24·7	25·1	25·8		7
21·9	22·4	22·9	23·1	23·8	24·2	24·7	25·0	25·4	26·1		8
22·2	22·6	23·1	23·4	24·0	24·4	25·0	25·3	25·8	26·3		9
22·5	22·9	23·4	23·8	24·3	24·7	25·2	25·6	26·1	26·5		10
22·7	23·1	23·6	24·1	24·5	25·0	25·5	25·9	26·4	26·8		11
23·0	23·4	23·9	24·4	24·8	25·2	25·7	26.2	26·7	27·1		12
23·2	23·7	24·1	24·6	25·1	25·5	26·0	26·5	27·0	27·4		13
23·5	23·9	24·4	24·9	25·4	25·8	26·3	26·8	27·3	27·7		14
23·7	24·2	24·7	25·2	25·6	26·1	26·6	27·1	27·6	28·0		15
24·0	24·4	25·0	25·4	25·9	26·3	26·8	27·3	27·9	28·3		16
24·2	24·7	25·2	25·7	26·2	26·6	27·1	27·6	28·2	28·6		17
24·5	25·0	25·5	26·0	26·5	26·9	27·4	27·9	28·5	28·9		18
24·7	25·2	25·7	26·2	26·7	27·2	27·7	28·2	28·7	29·2		19
25·0	25·5	26·0	26·5	27·0	27·5	28·0	28·5	29·0	29·5	5	0
25·2	25·7	26·2	26·7	27·2	27·7	28·2	28·7	29·2	29·7		1
25·5	26·0	26·5	27·0	27·5	28·0	28·5	29·0	29·5	30·1		2
25·7	26·2	26·7	27·3	27·8	28·3	28·8	29·3	29·8	30·4		3
26·0	26·5	27·0	27·6	28·1	28·6	29·1	29·7	30·1	30·7		4
26·2	26·7	27·3	27·8	28·3	28·9	29·4	29·9	30·4	30·9		5
26·5	27·0	27·5	28·1	28·6	29·1	29·7	30·2	30·7	31·3		6
26·7	27·2	27·7	28·3	28·9	29·4	30·0	30·5	31·0	31·6		7
27·0	27·5	28·0	28·6	29·2	29·7	30·2	30·8	31·3	31·9		8
27·2	27·7	28·3	28·8	29·4	29·9	30·5	31·0	31·6	32·1		9
27·5	28·0	28·6	29·1	29·7	30·2	30·8	31·3	31·9	32·4		10
27·7	28·2	28·8	29·3	29·9	30·4	31·0	31·5	32·1	32·7		11
28·0	28·5	29·1	29·6	30·2	30·7	31·3	31·8	32·4	33·0		12
28·2	28·7	29·3	29·9	30·4	31·0	31·5	32·1	32·7	33·3		13
28·5	29·0	29·6	30·2	30·7	31·3	31·8	32·4	33·0	33·6		14
28·7	29·3	29·9	30·5	31·0	31·6	32·2	32·8	33·3	33·9		15
29·0	29·6	30·2	30·7	31·3	31·8	32·4	33·0	33·6	34·2		16
29·2	29·8	30·4	31·0	31·6	32·1	32·7	33·3	33·9	34·5		17
29·5	30·1	30·6	31·3	31·9	32·4	33·0	33·6	34·2	34·8		18
29·7	30·3	30·9	31·5	32·1	32·7	33·3	33·9	34·5	35·1		19
30·0	30·6	31·2	31·8	32·4	33·0	33·6	34·2	34·8	35·4	6	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
0	1	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3
	2	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7
	3	0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	1·0	1·0
	4	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·3	1·3	1·3	1·4
	5	1·5	1·5	1·5	1·6	1·6	1·6	1·6	1·7	1·7	1·7
	6	1·8	1·8	1·8	1·9	1·9	1·9	1·9	2·0	2·0	2·0
	7	2·1	2·1	2·2	2·2	2·2	2·3	2·3	2·3	2·3	2·3
	8	2·4	2·4	2·5	2·5	2·5	2·6	2·6	2·7	2·7	2·7
	9	2·7	2·7	2·8	2·8	2·8	2·9	2·9	3·0	3·0	3·0
	10	3·0	3·0	3·1	3·1	3·2	3·2	3·3	3·3	3·4	3·4
	11	3·3	3·3	3·4	3·4	3·5	3·5	3·6	3·6	3·7	3·7
	12	3·6	3·6	3·7	3·8	3·8	3·9	3·9	4·0	4·1	4·1
	13	3·9	3·9	4·0	4·1	4·1	4·2	4·3	4·4	4·4	4·5
	14	4·2	4·2	4·3	4·4	4·4	4·5	4·6	4·7	4·7	4·8
	15	4·5	4·6	4·6	4·7	4·8	4·9	4·9	5·0	5·1	5·2
	16	4·8	4·9	4·9	5·0	5·1	5·2	5·3	5·3	5·4	5·5
	17	5·1	5·2	5·3	5·3	5·4	5·5	5·6	5·6	5·7	5·8
	18	5·4	5·5	5·6	5·6	5·7	5·8	5·9	6·0	6·1	6·2
	19	5·7	5·8	5·9	6·0	6·0	6·1	6·2	6·3	6·4	6·5
1	0	6·0	6·1	6·2	6·3	6·4	6·5	6·6	6·7	6·8	6·9
	1	6·3	6·4	6·5	6·6	6·7	6·8	6·9	7·0	7·1	7·2
	2	6·6	6·7	6·8	6·9	7·0	7·1	7·2	7·3	7·5	7·6
	3	6·9	7·0	7·1	7·2	7·5	7·4	7·5	7·6	7·8	7·9
	4	7·2	7·3	7·4	7·5	7·7	7·8	7·9	8·0	8·1	8·3
	5	7·5	7·6	7·8	7·9	8·0	8·1	8·3	8·4	8·5	8·6
	6	7·8	7·9	8·0	8·2	8·3	8·4	8·6	8·7	8·8	8.9
	7	8·1	8·2	8·3	8·5	8·6	8·7	8·9	9·0	9·1	9·2
	8	8·4	8·5	8·7	8·8	8·9	9·1	9·2	9·4	9·5	9·6
	9	8·7	8·8	9·0	9·1	9·2	9·4	9·5	9·7	9·8	9·9
	10	9·0	9·1	9·3	9·4	9·6	9·7	9·9	10·0	10·2	10·3
	11	9·3	9·4	9·6	9·7	9·9	10·0	10·2	10·3	10·4	10·6
	12	9·6	9·7	9·9	10·1	10·2	10·4	10·5	10·7	10·8	11·0
	13	9·9	10·0	10·2	10·4	10·5	10·7	10·8	10·9	11·2	11·3
	14	10·2	10·3	10·5	10·7	10·9	11·0	11·3	11·3	11·5	11·7
	15	10·5	10·7	10·8	11·0	11·2	11·4	11·5	11·7	11·9	12·1
	16	10·8	11·0	11·1	11·3	11·5	11·7	11·9	12·0	12·2	12·4
	17	11·1	11·3	11·4	11·6	11·8	12·0	12·2	12·3	12·5	12·7
	18	11·4	11·6	11·8	11·9	12·1	12·3	12·5	12·7	12·9	13·1
	19	11·7	11·9	12·1	12·3	12·4	12·6	12·8	13·0	13·2	13·4
2	0	12.0	12·2	12·4	12·6	12·8	13·0	13·2	13·4	13·6	13·8

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
0·3	0·3	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0	1
0·7	0·7	0·7	0·7	0·7	0·7	0·7	0·7	0·8	0·8		2
1·0	1·0	1·0	1·0	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·2		3
1·4	1·4	1·4	1·4	1·5	1·5	1·5	1·5	1·5	1·6		4
1·7	1·8	1·8	1·8	1·9	1·9	1·9	1·9	2·0	2·0		5
2·1	2·1	2·1	2·1	2·2	2·2	2·2	2·2	2·3	2·3		6
2·4	2·4	2·5	2·5	2·5	2·6	2·6	2·6	2·7	2·7		7
2·8	2·8	2·9	2·9	2·9	3·0	3·0	3·1	3·1	3·1		8
3·1	3·1	3·2	3·2	3·3	3·3	3·4	3·4	3·5	3·5		9
3·5	3·5	3·6	3·6	3·7	3·7	3·8	3·8	3·9	3·9		10
3·8	3·8	3·9	3·9	4·0	4·1	4·1	4·2	4·3	4·3		11
4·2	4·2	4·3	4·4	4·4	4·5	4·5	4·6	4·7	4·7		12
4·5	4·6	4·6	4·7	4·8	4·8	4·9	5·0	5·0	5·1		13
4·9	4·9	5·0	5·1	5·2	5·2	5·3	5·4	5·4	5·5		14
5·2	5·3	5·4	5·5	5·5	5·6	5·7	5·8	5·8	5·9		15
5·6	5·7	5·7	5·8	5·9	6·0	6·1	6·1	6·2	6·3		16
5·9	6·1	6·1	6·2	6·2	6·3	6·4	6·5	6·6	6·7		17
6·2	6·4	6·5	6·5	6·6	6·7	6·8	6·9	7·0	7·1		18
6·6	6·7	6·8	6·9	7·0	7·1	7·2	7·3	7·4	7·5		19
7·0	7·1	7·2	7·3	7·4	7·5	7·6	7·7	7·8	7·9	1	0
7·3	7·4	7·6	7·7	7·8	7·9	8·0	8·1	8·2	8·3		1
7·7	7·8	7·9	8·0	8·1	8·2	8·3	8·4	8·6	8·7		2
8·0	8·1	8·2	8·3	8·5	8·6	8·7	8·8	8·9	9·1		3
8·4	8·5	8·6	8·7	8·9	9·0	9·1	9·2	9·3	9·5		4
8·8	8·9	9·0	9·1	9·3	9·4	9·5	9·6	9·7	9·9		5
9·1	9·2	9·3	9·5	9·6	9·7	9·9	10·0	10·1	10·2		6
9·4	9·5	9·7	9·8	9·9	10·1	10·2	10·4	10·5	10·6		7
9·8	9·9	10·1	10·2	10·3	10·5	10·6	10·8	10·9	11·0		8
10·1	10·2	10·4	10·5	10·7	10·8	10·9	11·1	11·3	11·4		9
10·5	10·6	10·8	10·9	11·1	11·2	11·4	11·5	11·7	11·8		10
10·8	10·9	11.1	11·3	11·4	11·6	11·7	11·9	12·1	12·2		11
11·2	11·3	11·5	11·7	11·8	12·0	12·1	12·3	12·5	12·6		12
11·5	11·6	11·8	12·0	12·2	12·3	12·5	12·7	12·8	13·0		13
11·9	12·0	12·2	12·4	12·6	12·7	12·9	13·1	13·2	13·4		14
12·3	12·4	12·6	12·8	13·0	13·1	13·3	13·5	13·7	13·8		15
12·6	12·8	12·9	13·1	13·3	13·5	13·7	13·8	14·0	14·2		16
12·9	13·1	13·3	13·4	13·6	13·8	14·0	14·2	14·4	14·6		17
13·3	13·3	13·7	13·8	14·0	14·2	14·4	14·6	14·8	15·0		18
13·6	13·8	14·0	14·2	14·4	14·6	14·8	15·0	15·2	15·4		19
14.0	14·2	14·4	14·6	14·8	15·0	15·2	15·4	15·6	15·8	2	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
2	1	12·3	12·5	12·7	12·9	13·1	13·3	13·5	13·7	13·9	14·1
	2	12·6	12·8	13·0	13·2	13·4	13·6	13·8	14·0	14·2	14·5
	3	12·9	13·1	13·3	13·5	13·7	13·9	14·1	14·3	14·5	14·8
	4	13·2	13·4	13·6	13·8	14·1	14·3	14·5	14·7	14·9	15·2
	5	13·5	13·7	14·0	14·2	14·4	14·6	14·8	15·1	15·3	15·5
	6	13·8	14·0	14·2	14·5	14·7	14·9	15·2	15·4	15·6	15·8
	7	14·1	14·3	14·5	14·8	15·0	15·2	15·5	15·7	15·9	16·1
	8	14·4	14·6	14·9	15·1	15·3	15·6	15·8	16·1	16·3	16·5
	9	14·7	14·9	15·2	15·4	15·6	15·9	16·1	16·4	16·6	16·8
	10	15·0	15·2	15·5	15·7	16·0	16·2	16·5	16.7	17·0	17·2
	11	15·3	15·5	15·8	16·0	16·3	16·5	16·8	17·0	17·3	17·5
	12	15·6	15·8	16·1	16·4	16·6	16·9	17·1	17·4	17·7	17·9
	13	15·9	16·1	16·4	16·7	16·9	17·2	17·4	17·7	18·0	18·2
	14	16·2	16·4	16·7	17·0	17·2	17·5	17·8	18·1	18·3	18·6
	15	16·5	16·7	17·0	17·3	17·5	17·8	18·1	18·4	18·6	18·9
	16	16·8	17·1	17·3	17·6	17·9	18·2	18·5	18·7	19·0	19·3
	17	17·1	17·4	17·6	17·9	18·2	18·5	18·8	19·0	19·3	19·6
	18	17·4	17·7	18·0	18·2	18·5	18·8	19·1	19·4	19·7	20·0
	19	17·7	18·0	18·3	18·5	18·8	19·1	19·4	19·7	20·0	20·3
3	0	18·0	18·3	18·6	18·9	19·2	19·5	19·8	20·1	20·4	20·7
	1	18·3	18·6	18·9	19·2	19·5	19·8	20·1	20·4	20·7	21·0
	2	18·6	18·9	19·2	19·5	19·8	20·1	20·5	20·8	21·1	21·4
	3	18·9	19·2	19·5	19·8	20·1	20·4	20·8	21·1	21·4	21·7
	4	19·2	19·5	19·8	20·1	20·5	20·8	21·1	21.4	21·7	22·1
	5	19·5	19·8	20·1	20·5	20·8	21·1	21·4	21·7	22·1	22·4
	6	19·8	20·1	20·5	20·7	21·0	21·4	21·7	22·1	22·4	22·7
	7	20·1	20·5	20·8	21·0	21·4	21·7	22·1	22·4	22·7	23·1
	8	20·4	20·7	21·1	21·4	21·8	22·1	22·4	22·8	23·1	23·5
	9	20·7	21·0	21·4	21·7	22·1	22·4	22·7	23·1	23·5	23·8
	10	21·0	21·3	21·7	22·0	22·4	22·7	23·1	23·4	23·8	24·1
	11	21·3	21·6	22·0	22·4	22·7	23·0	23·4	23·8	24·1	24·5
	12	21·6	21·9	22·3	22·7	23·0	23·3	23·7	24·1	24·5	24.8
	13	21·9	22·2	22·6	23·0	23·3	23·7	24·1	24·5	24·8	25·1
	14	22·2	22·5	22·9	23·3	23·7	24·0	24·4	24·8	25·2	25·5
	15	22·5	22·9	23·3	23·6	24·0	24·4	24·8	25·2	25·5	25·9
	16	22·8	23·2	23·6	23·9	24·3	24·7	25·1	25·5	25·8	26·2
	17	23·1	23·5	23·9	24·3	24·7	25·0	25·4	25·8	26·2	26·6
	18	23·4	23·8	24·2	24·6	25·0	25·3	25·7	26·1	26·5	26·9
	19	23·7	24·1	24·5	24·9	25·3	25·6	26·0	26·5	26·9	27·2
4	0	24·0	24·4	24·8	25·2	25·6	26·0	26·4	26·8	27·2	27·6

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
14·4	14·6	14.8	15·0	15·2	15·4	15·6	15·8	16·0	16·2	2	1
14·7	14·9	15·1	15·3	15·5	15·7	15·9	16·1	16·4	16·6		2
15·0	15·2	15·4	15·6	15·8	16·1	16·3	16·5	16·7	17·0		3
15·4	15·6	15·8	16·0	16·3	16·5	16·7	16·9	17·1	17·4		4
15·7	16·0	16.2	16·4	16·6	16·9	17·1	17·3	17·5	17·8		5
16·1	16·3	16·5	16·7	17·0	17·2	17·5	17·7	17·9	18·1		6
16·4	16·6	16·9	17·1	17·4	17·6	17·8	18·1	18·3	18·5		7
16·8	17·0	17·3	17·5	17·7	18·0	18·2	18·5	18·7	18·9		8
17·1	17·3	17·6	17·8	18·1	18·3	18·6	18·8	19·1	19·3		9
17·5	17·7	18·0	18·2	18·5	18·7	19·0	19·2	19·5	19·7		10
17·8	18·0	18·3	18·5	18·8	19.1	19·3	19·6	19·9	20·1		11
18·2	18·4	18·6	18·9	19·2	19·5	19·7	20·0	20·3	20·5		12
18·5	18·7	19·0	19·2	19·5	19·8	20·1	20·4	20·6	20·9		13
18·9	19·1	19·4	19·6	19·9	20·2	20·5	20·8	21·0	21·3		14
19·2	19·5	19·7	19·9	20·3	20·6	20·9	21·1	21·4	21·7		15
19·6	19·9	20·1	20·4	20.7	21·0	21·3	21·5	21·8	22·1		16
19·9	20·2	20·5	20·7	21·0	21·3	21·7	21·9	22·2	22·5		17
20.3	20·6	20·9	21·1	21·4	21·7	22·1	22·3	22·6	22·9		18
20·6	20·9	21·2	21·5	21·8	22·1	22·4	22·7	23·0	23·3		19
21·0	21·3	21·6	21·9	22·2	22·5	22·8	23·1	23·4	23·7	3	0
21·3	21·6	21·9	22·2	22·5	22·8	23·2	23·5	23·8	24·1		1
21·7	22·0	22·3	22·6	22·9	23·2	23·6	23·9	24·2	24·5		2
22·0	22·3	22·6	22·9	23·2	23·5	23·9	24·2	24·6	24·9		3
22·4	22·7	23·0	23·3	23·6	23·9	24·3	24·6	25·0	25·3		4
22·7	23·0	23·4	23·7	24·0	24·3	24·6	24·9	25·3	25·7		5
23·1	23·4	23·8	24·1	24·4	24·7	25·0	25·3	25·7	26·0		6
23·4	23·8	24·1	24·4	24·8	25·1	25·4	25·7	26·1	26·4		7
23·8	24·1	24·5	24·8	25·2	25·5	25·8	26·1	26·5	26·8		8
24·1	24·5	24·8	25·1	25·5	25·8	26·2	26·5	26·9	27·2		9
24·5	24·8	25·2	25·5	25·9	26·2	26·6	26·9	27·3	27·6		10
24·8	25·2	25·5	25·9	26·2	26·6	27·0	27·3	27·7	28·0		11
25·2	25.6	25·9	26·3	26·6	27·0	27·4	27·7	28·1	28·4		12
25·5	25·9	26·3	26·6	27·0	27·4	27·7	28·1	28·5	28·8		13
25·9	26·3	26·6	27·0	27·4	27·7	28·1	28·5	28·9	29·2		14
26·3	26·6	27·0	27·4	27·7	28·1	28·5	28·9	29·2	29·6		15
26·6	27·0	27·4	27·7	28·1	28·5	28·9	29·2	29·6	30·0		16
27·0	27·4	27·7	28·1	28·5	28·9	29·2	29·6	30·0	30·4		17
27·3	27·7	28·1	28·5	28·9	29·2	29·6	30·0	30.4	30·8		18
27·7	28·1	28·4	28·8	29·2	29·6	30·0	30·4	30·8	31·2		19
28·0	28·4	28·8	29·2	29·6	30·0	30·4	30·8	31·2	31·6	4	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
4	1	24·3	24·6	25·0	25·4	25·8	26·2	26·6	27·0	27·4	27·8
	2	24·6	25·0	25·4	25·8	26·2	26·6	27·0	27·5	27·9	28·3
	3	24·9	25·3	25·7	26·1	26·5	26·9	27·3	27·8	28·2	28·6
	4	25·2	25.6	26·0	26·5	26·9	27·3	27·7	28·1	28·6	29·0
	5	25·5	25·9	26·3	26·8	27·2	27·6	28·0	28·4	28.9	29·3
	6	25·8	26·2	26·7	27·1	27·5	27·9	28·3	28·8	29·2	29·7
	7	26·1	26·5	27·0	27·4	27·8	28·2	28·6	29·1	29·5	30·0
	8	26·4	26·8	27·3	27·7	28·2	28·6	29·0	29·5	29·9	30·4
	9	26·7	27·0	27·6	28·0	28·5	28·9	29·3	29·8	30·2	30·6
	10	27·0	27·4	27·9	28·3	28·8	29·2	29·7	30·1	30·6	31·0
	11	27·3	27·7	28·2	28·6	29·1	29·5	29·9	30·4	30·9	31·3
	12	27·6	28·0	28·5	29·0	29·4	29·8	30·3	30·8	31·3	31·7
	13	27·9	28·3	28·8	29·3	29·7	30·1	30·6	31·1	31·6	32·0
	14	28·2	28·6	29·1	29·6	30·1	30·5	31·0	31·5	32·0	32·4
	15	28·5	28·9	29·4	29·9	30·4	30·8	31·3	31·8	32·3	32·7
	16	28·8	29·3	29·8	30·2	30·7	31·2	31·6	32·2	32·6	33·1
	17	29·1	29·6	30·1	30·5	31·0	31·5	31·9	32·5	32·9	33·4
	18	29·4	29·9	30·4	30·8	31·4	31·8	32·3	32·8	33·3	33·6
	19	29·7	30·2	30·7	31·2	31·7	32·2	32·7	33·1	33·6	34·1
5	0	30·0	30·5	31·0	31·5	32·0	32·5	33·0	33·5	34·0	34·5
	1	30·3	30·8	31·3	31·8	32·3	32·8	33·3	33·8	34·3	34·8
	2	30·6	31·1	31·6	32·1	32·6	33·1	33·7	34·2	34·7	35·2
	3	30·9	31·4	31·9	32·4	32·9	33·4	34·0	34·5	35·0	35·5
	4	31·2	31·7	32·2	32·8	33·3	33·8	34·3	34·8	35·4	35·9
	5	31·5	32·0	32·5	33·1	33·6	34·1	34·6	35·1	35·7	36·2
	6	31·8	32·3	32·9	33·4	33·9	34·5	35·0	35·5	36·0	36·6
	7	32·1	32·6	33·2	33·7	34·2	34·8	35·3	35·8	36·3	36·9
	8	32·4	32·9	33·5	34·0	34·6	35·1	35·6	36·2	36·7	37·2
	9	32·7	33·2	33·8	34·3	34·9	35·4	35·9	36·5	37·0	37·5
	10	33·0	33·5	34·1	34·6	35·2	35·7	36·3	36·8	37·4	37·9
	11	33·3	33·8	34·4	34·9	35·5	36·0	36·6	37·1	37·7	38·2
	12	33·6	34·1	34·7	35·2	35·8	36·3	36·9	37·5	38·1	38·6
	13	33·9	34·4	35·0	35·5	36·1	36·6	37·2	37·8	38·4	38·9
	14	34·2	34·7	35·3	35·9	36·5	37·0	37·6	38·2	38·8	39·3
	15	34·5	35·0	35·6	36·2	36·8	37·3	37·9	38·5	39·1	39·6
	16	34·8	35·4	36·0	36·5	37·1	37·7	38·3	38·9	39·4	39·9
	17	35·1	35·7	36·3	36·8	37·4	38·0	38·6	39·2	39·7	40·3
	18	35·4	36·0	36·6	37·2	37·8	38·3	38·9	39·5	40·1	40·7
	19	35·7	36·3	36·9	37·5	38·1	38·6	39·2	39·8	40·4	41·0
6	0	36·0	36·6	37·2	37·8	38·4	39·0	39·6	40·2	40·8	41·4

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
28·2	28·6	29·0	29·4	29·8	30·2	30·7	31·1	31.5	31·9	4	1
28·7	29·1	29·5	29·9	30·3	30·7	31·2	31·6	32·0	32·4		2
29·0	29·4	29·8	30·3	30·7	31·1	31·6	32·0	32·4	32·8		3
29·4	29·8	30·2	30·7	31·1	31·5	32·0	32·3	32·8	33·2		4
29·7	30·1	30·6	31·0	31·4	31·8	32·3	32·6	33·1	33·5		5
30·1	30·5	31·0	31·4	31·8	32·2	32·7	33·0	33·5	33·9		6
30·4	30·8	31·3	31·7	32·2	32·6	33·1	33·4	33·9	34·3		7
30·8	31·2	31·7	32·1	32·6	33·0	33·5	33·8	34·3	34·7		8
31·1	31·5	32·0	32·4	32·9	33·3	33·8	34·2	34·7	35·1		9
31·5	31·9	32·4	32·8	33·3	33·7	34·2	34·6	35·1	35·5		10
31·8	32·3	32·7	33·2	33·6	34·1	34·6	35·0	35·5	35·9		11
32·2	32·7	33·1	33·6	34·0	34·5	35·0	35·4	35·9	36·3		12
32·5	33·0	33·5	33·9	34·4	34·9	35·3	35·8	36·3	36·7		13
32·9	33·4	33·8	34·3	34·8	35·3	35·7	36·2	36·7	37·1		14
33·2	34·7	34·2	34·7	35·1	35·6	36·1	36·6	37·0	37·5		15
33·6	34·1	34·6	35·0	35·5	36·0	36·5	37·0	37·4	37·9		16
33·9	34·4	34·9	35·4	35·8	36·4	36·8	37·3	37·8	38·3		17
34·3	34·8	35·3	35·8	36·2	36·8	37·2	37·7	38·2	38·7		18
34·6	35·1	35·6	36·1	36·6	37·1	37·6	38·1	38·6	39·1		19
35·0	35·5	36·0	36·5	37·0	37·5	38·0	38·5	39·0	39·5	5	0
35·3	35·8	36·3	36·8	37·3	37·8	38·4	38·9	39·4	39·9		1
35·7	36·2	36·7	37·2	37·7	38·2	38·8	39·3	39·8	40·3		2
36·0	36·5	37·0	37·6	38·1	18·6	39·1	39·6	40·2	40·7		3
36·4	36·9	37·4	38·0	38·5	39·0	39·5	40·0	40·6	41·1		4
36·7	37·2	37·8	38·3	38·8	39·3	39·8	40·4	40·9	41·5		5
37·1	37·6	38·2	38·7	39·2	39·7	40·2	40·8	41·3	41·8		6
37·4	37·9	38·5	39·0	39·6	40·1	40·6	41·2	41·7	42·2		7
37·8	38·3	38·9	39·4	40·0	40·5	41·0	41·6	42·1	42·6		8
38·1	38·6	39·2	39·7	40·3	40·8	41·4	41·9	42·5	43·0		9
38·5	39·0	39·6	40·1	40·7	41·2	41·8	42·3	42·9	43·4		10
38·8	39·4	39·9	40·4	41·0	41·6	42·2	42·7	43·2	43·8		11
39·2	39·8	40·3	40·8	41·4	42·0	42·6	43·1	43·7	44·2		12
39·5	40·1	40·6	41·2	41·8	42·3	42·9	43·5	44·1	44·6		13
39·9	40·5	41·0	41·6	42·2	42·7	43·3	43·9	44·5	45·0		14
40·2	40·8	41·4	41·9	42·5	43·0	43·6	44·2	44·8	45·4		15
40·6	41·2	41·8	42·3	42·9	43·4	44·0	44·6	45·2	45·8		16
40·9	41·5	42·1	42·7	43·3	43·8	44·4	45·0	45·6	46·2		17
41·3	41.9	42·5	43·1	43·7	44·2	44·8	45·4	46·0	46·6		18
41·6	42·2	42·8	43·4	44·0	44·6	45·2	45·8	46·4	47·0		19
42·0	42·6	43·2	43·8	44·4	45·0	45·6	46·2	46·8	47·4	6	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
0	1	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4
	2	0·8	0·8	0·8	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9	0·9	0·9
	3	1·2	1·2	1·2	1·3	1·3	1·3	1·3	1·3	1·4	1·4
	4	1·6	1·6	1·6	1·7	1·7	1·7	1·7	1·7	1·8	1·8
	5	2·0	2·0	2·0	2·1	2·1	2·1	2·2	2·2	2·2	2·3
	6	2·4	2·4	2·4	2·5	2·5	2·5	2·6	2·6	2·6	2·7
	7	2·8	2·8	2·8	2·9	2·9	2·9	3·0	3·0	3·1	3·1
	8	3·2	3·2	3·3	3·3	3·4	3·4	3·4	3·5	3·5	3·6
	9	3·6	3·6	3·7	3·7	3·8	3·8	3·9	3·9	4·0	4·0
	10	4·0	4·0	4·1	4·1	4·2	4·2	4·3	4·3	4·4	4·4
	11	4·4	4·4	4·5	4·5	4·6	4·6	4·7	4·7	4·8	4·8
	12	4·8	4·8	4·9	5·0	5·0	5·1	5·1	5·2	5·3	5·3
	13	5·2	5·2	5·3	5·4	5·4	5·5	5·5	5·6	5·7	5·7
	14	5·6	5·6	5·7	5·8	5·9	5·9	6·0	6·1	6·1	6·2
	15	6·0	6·0	6·1	6·2	6·3	6·4	6·5	6·5	6·6	6·7
	16	6·4	6·5	6·5	6·6	6·7	6·8	6·9	6·9	7·0	7·1
	17	6·8	6·9	7·0	7·0	7·1	7·2	7·3	7·4	7·5	7·6
	18	7·2	7·3	7·4	7·5	7·5	7·6	7·7	7·8	7·9	8·0
	19	7·6	7·7	7·8	7·9	8·0	8·1	8·2	8·3	8·4	8·5
1	0	8·0	8·1	8·2	8·3	8·4	8·5	8·6	8·7	8·8	8·9
	1	8·4	8·5	8·6	8·7	8·8	8·9	9·0	9·1	9·2	9·3
	2	8·8	8·9	9·0	9·1	9·2	9·3	9·4	9·5	9·7	9·8
	3	9·2	9·3	9·4	9·5	9·6	9·7	9·8	9·9	10·1	10·2
	4	9·6	9·7	9·8	9·9	10·1	10·2	10·3	10·4	10·5	10·7
	5	10·1	10·1	10·2	10·3	10·5	10·6	10·7	10·8	10·9	11·0
	6	10·4	10·5	10·6	10·8	10·9	11·0	11·2	11·3	11·4	11·5
	7	10·8	10·9	11·0	11·2	11·4	11·4	11·6	11·7	11·8	12·0
	8	11·2	11·3	11·5	11·6	11·7	11·9	12·0	12·2	12·3	12·4
	9	11·6	11·7	11·9	12·0	12·1	12·3	12·4	12·6	12·7	12·9
	10	12·0	12·1	12·3	12·4	12·6	12·7	12·9	13·0	13·2	13·3
	11	12·4	12·5	12·7	12·8	13·0	13·2	13·3	13·5	13·6	13·8
	12	12·8	12·9	13·1	13·3	13·4	13·6	13·8	13·9	14·1	14·2
	13	13·2	13·3	13·5	13·7	13·9	14·0	14·2	14·4	14·5	14·6
	14	13·6	13.7	13·9	14·1	14·3	14·4	14·6	14·8	14·9	15·1
	15	14·0	14·1	14·3	14·5	14·7	14·9	15·1	15·2	15·4	15·6
	16	14·4	14·6	14·7	14·9	15·1	15·3	15·5	15·6	15·8	16·0
	17	14·8	15·0	15·2	15·3	15·5	15·7	15·9	16·0	16·2	16·4
	18	15·2	15·4	15·6	15·7	15·9	16·1	16·3	16·5	16·7	16·9
	19	15·6	15·8	16·0	16·2	16·4	16·6	16·8	17·0	17·2	17·4
2	0	16·0	16·2	16·4	16·6	16·8	17·0	17·2	17·4	17·6	17·8

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0	1
0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	0·9	1·0	1·0	1·0	1·0		2
1·4	1·4	1·4	1·4	1·4	1·4	1·4	1·5	1·5	1·5		3
1·8	1·8	1·8	1·9	1·9	1·9	1·9	1·9	2·0	2·0		4
2·3	2·3	2·3	2·3	2·4	2·4	2·4	2·4	2·5	2·5		5
2·7	2·7	2·8	2·8	2·8	2·9	2·9	2·9	2·9	3·0		6
3·2	3·2	3·3	3·3	3·3	3·4	3·4	3·4	3·4	3·5		7
3·6	3·6	3·7	3·7	3·7	3·8	3·8	3·9	3·9	4·0		8
4·0	4·1	4·1	4·2	4·2	4·3	4·3	4·4	4·4	4·5		9
4·5	4·5	4·6	4·6	4·7	4·7	4·8	4·9	4·9	4·9		10
4·9	4·9	5·0	5·1	5·2	5·2	5·2	5·3	5·4	5·4		11
5·4	5·4	5·5	5·6	5·6	5·7	5·7	5·8	5·9	5·9		12
5·8	5·8	5·9	6·0	6·1	6·2	6·2	6·3	6·4	6·4		13
6·3	6·3	6·4	6·5	6·6	6·7	6·7	6·8	6·9	6·9		14
6·7	6·8	6·9	6·9	7·0	7·1	7·2	7·3	7·3	7·4		15
7·2	7·3	7·3	7·4	7·5	7·6	7·7	7·7	7·8	7·9		16
7·7	7·8	7·8	7·9	7·9	8·0	8·1	8·2	8·3	8·4		17
8·1	8·2	8·3	8·3	8·4	8·5	8·6	8·7	8·8	8·9		18
8·6	8·6	8·7	8·8	8·9	9·0	9·1	9·2	9·3	9.4		19
9·0	9·1	9·2	9·3	9·4	9·5	9·6	9·7	9·8	9·9	1	0
9·4	9.5	9·6	9·7	9·8	10·0	10·1	10·2	10·3	10·4		1
9·9	10·0	10·1	10·2	10·3	10·4	10·5	10·6	10·8	10·9		2
10·3	10·4	10·5	10·6	10·8	10·9	11·0	11·2	11·3	11·4		3
10·8	10·9	11·0	11·1	11.3	11·4	11·5	11·6	11·7	11·9		4
11·2	11·3	11·4	11·6	11·7	11·8	12·0	12·1	12·2	12·3		5
11·7	11·8	11·9	12·1	12·2	12·3	12·5	12·6	12·7	12·8		6
12·2	12·3	12·4	12·5	12·6	12·8	12·9	13·1	13·2	13·3		7
12·7	12·7	12·9	13·0	13·1	13·3	13·4	13·6	13·7	13·8		8
13·1	13·2	13.3	13·5	13·6	13·7	13·9	14·1	14·2	14·3		9
13·5	13·6	13·8	13·9	14·1	14·2	14·4	14·5	14·7	14·8		10
14·0	14·1	14·2	14·4	14·5	14·7	14·8	15·0	15·2	15·3		11
14·4	14·5	14·7	14·9	15·0	15·2	15·3	15·5	15·7	15·8		12
14·8	15·0	15·2	15·3	15·5	15·6	15·8	16·0	16·2	16·3		13
15·3	15·4	15·6	15·8	16·0	16·1	16·3	16·5	16·6	16·8		14
15·8	15·9	16·1	16·2	16·5	16·6	16·8	16·9	17·1	17·3		15
16·2	16·4	16·5	16·7	16·9	17·1	17·3	17·4	17·6	17·8		16
16·6	16·8	17·0	17·2	17·4	17·6	17·8	17·9	18·1	18·3		17
17·1	17·3	17·5	17.6	17·8	18·0	18·2	18·4	18·6	18·8		18
17.6	17·8	18·0	18·1	18·3	18·5	18·7	18·9	19·1	19·3		19
18·0	18·2	18·4	18·6	18·8	19·0	19·2	19·4	19·6	19·8	2	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
2	1	16·4	16·6	16·8	17·0	17·2	17·4	17 6	17·8	18·0	18·2
	2	16·8	17·0	17·2	17·4	17·6	17·8	18·0	18·2	18·5	18·7
	3	17·2	17·4	17·6	17·8	18·0	18·2	18·4	18·6	18·9	19·1
	4	17·6	17·8	18·0	18·2	18·5	18·7	18·9	19·1	19·3	19·6
	5	18·0	18·2	18·4	18·7	18·9	19·1	19·3	19·5	19·7	20·0
	6	18·4	18·6	18·8	19·1	19·3	19·5	19·7	20·0	20·2	20·4
	7	18·8	19·0	19·2	19·5	19·7	19·9	20·1	20·4	20·6	20·8
	8	19·2	19·4	19·7	19·9	20·1	20·4	20·6	20·9	21·1	21·3
	9	19·6	19·8	20·1	20·3	20·5	20·8	21·0	21·3	21·5	21·7
	10	20·0	20·2	20·5	20·7	21·0	21·2	21·5	21·7	22·0	22·2
	11	20·4	20·6	20·9	21·1	21·4	21·6	21·9	22·1	22·4	22·6
	12	20·8	21·0	21·3	21·6	21·8	22·1	22·3	22·6	22·9	23·1
	13	21·2	21·4	21·7	22·0	22·2	22·5	22·7	23·0	23·3	23·5
	14	21.6	21·8	22·1	22·4	22·7	22·9	23·2	23·5	23·7	24·0
	15	22·0	22·2	22·5	22·8	23·1	23·3	23·6	23·9	24·1	24·4
	16	22·4	22·7	22·9	23·2	23·5	23·8	24·1	24·3	24·6	24·9
	17	22·8	23·1	23·4	23·6	23·9	24·2	24·5	24·7	25·0	25·3
	18	23·2	23·5	23·9	24·0	24·3	24·6	24·9	25·2	25·5	25·8
	19	23·6	23·9	24·2	24·4	24·7	25·0	25·3	25·6	25·9	26·2
3	0	24·0	24·3	24·6	24·9	25·2	25·5	25·8	26·1	26·4	26·7
	1	24·4	24·7	25·0	25·3	25·6	25·9	26·2	26·5	26·8	27·1
	2	24·8	25·1	25·4	25·7	26·0	26·3	26·7	27·0	27·3	27·6
	3	25·2	25·5	25·8	26·1	26·4	26·7	27·1	27·4	27·7	28·0
	4	25·6	25·9	26·2	26·6	26·9	27·2	27·6	27·9	28·2	28·5
	5	26·0	26·3	26·6	27·0	27·3	27·6	28·0	28·3	28·6	28·9
	6	26·4	26·7	27.1	27·5	27·8	28·1	28·4	28·7	29·1	29·4
	7	26·8	27·1	27·5	27·8	28·2	28·5	28·8	29·1	29·5	29·8
	8	27·2	27·5	27·9	28·2	28·6	28·9	29·3	29·6	29·9	30·2
	9	27·6	27·9	28·3	28·6	29·0	29·3	29·7	30·0	30·3	30·7
	10	28·0	28·3	28·7	29·0	29·4	29·7	30·1	30·4	30·8	31·1
	11	28·4	28·7	29·1	29·4	29·8	30·1	30·5	30·8	31·2	31·5
	12	28·8	29·2	29·6	29·8	30·3	30·6	31·0	31·3	31·7	32·0
	13	29·2	29·6	30·0	30·3	30·7	31·0	31·4	31·7	32·1	32·4
	14	29·6	29·9	30·4	30·7	31·1	31·4	31·8	32·2	32·5	32·9
	15	30·0	30·3	30·8	31·1	31·5	31·8	32·2	32·6	32·9	33·3
	16	30·4	30·7	31·2	31·5	32·0	32·3	32·7	33·0	33·4	33·8
	17	30·8	31·1	31·5	31·9	32·4	32·7	33·1	33·4	33·8	34·2
	18	31·2	31·6	32·0	32·4	32.8	33·1	33·5	33·9	34·3	34·7
	19	31·6	32·0	32·4	32·8	33·2	33·6	33·9	34·3	34·7	35·1
4	0	32·0	32·4	32·8	33·2	33·6	34·0	34·4	34·8	35·2	35·6

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
18·5	18·7	18·9	19·1	19·3	19·5	19·7	19·9	20·1	20·3	2	1
18·9	19·1	19·3	19·5	19·7	29·9	20·1	20·3	20·6	20·8		2
19·3	19·5	19·7	19·9	20·2	20·4	20·6	20·8	21·0	21·3		3
19·8	20·0	20·2	20·4	20·7	20·9	21·1	21·3	21·5	21·8		4
20·2	20·4	20·6	20·9	21·1	21·3	21·6	21·8	22·0	22·2		5
20·7	20·9	21·1	21·4	21·6	21·8	22·1	22·3	22·5	22·7		6
21·1	21·3	21·6	21·8	22·0	22·3	22·5	22·8	23·0	23·2		7
21·6	21·8	22·1	22·3	22·5	22·8	23·0	23·3	23·5	23·7		8
22·0	22·2	22·5	22·7	23·0	23·2	23·5	23·7	24·0	24·2		9
22·5	22·7	23·0	23·2	23·5	23·7	24·0	24·2	24·5	24·7		10
22·9	23·1	23·4	23·7	23·9	24·1	24·4	24·7	25·0	25·2		11
23·4	23·6	23·9	24·2	24·4	24·7	24·9	25.2	25·5	25·7		12
23·8	24·0	24·3	24·6	24·9	25·1	25·4	25·7	26·0	26·2		13
24·3	24·5	24·8	25·1	25·4	25·6	25·9	26·2	26·4	26·7		14
24·7	25·0	25·2	25·5	25·8	26·1	26·4	26·7	26·9	27·2		15
25·2	25·5	25·7	26·0	26·3	26·6	26·9	27·2	27·4	27·7		16
25·6	25·9	26·2	26·4	26·7	27·0	27·3	27·6	27·9	28·2		17
26·1	26·4	26·7	26·9	27·2	27·5	27·8	28·1	28·4	28·7		18
26·5	26·8	27·1	27·4	27·7	28·0	28·3	28·6	28·9	29·2		19
27·0	27·3	27·6	27·9	28·2	28·5	28·8	29·1	29·4	29·7	3	0
27·4	27·7	28·0	28·3	28·6	28·9	29·2	29·6	29·9	30·2		1
27·9	28·2	28·5	28·8	29·1	29·4	29·7	30·1	30·4	30·7		2
28·3	28·6	28·9	29·2	29·6	29·9	30·2	30·6	30·9	31·2		3
28·8	29·1	29·4	29·7	30·1	30·4	30·7	31·1	31·4	31·7		4
29·2	29·5	29·9	30·2	30·5	30·9	31·2	31·6	31·9	32·2		5
29·7	30·0	30·4	30·7	31·0	31·4	31·7	32·1	32·4	32·7		6
30·1	30·4	30·8	31·1	31·5	31·8	32·2	32·5	32·8	33·1		7
30·6	30·9	31·3	31·6	32·0	32·3	32·7	33·0	33·3	33·6		8
31·0	31·3	31·7	32·0	32·4	32·7	33·4	33·4	33·8	34·1		9
31·5	31·8	32·2	32·5	32·9	33·2	33·6	33·9	34·3	34·6		10
31·9	32·2	32·6	33·0	33·4	33·7	34·1	34·4	34·8	35·1		11
32·4	32·7	33·1	33·5	33·9	34·2	34·6	34·9	35·3	35·6		12
32·8	33·1	33·5	33·9	34·3	34·6	35·0	35·3	35·7	36·1		13
33·3	33·6	34·0	34·4	34·8	35·1	35·5	35·8	36·2	36·6		14
33·7	34·0	34·4	34·8	35·2	35·5	35·9	36·3	36·7	37·1		15
34·2	34·5	34·9	35·3	35·7	36·0	36·4	36·8	37·2	37·6		16
34·6	35·0	35·4	35·8	36·2	36·5	36·9	37·3	37·7	38·1		17
35·1	35·5	35·9	36·3	36·7	37·0	37·4	37·8	38·2	38·6		18
35·5	35·9	36·3	36·7	37·1	37·5	37·9	38·3	38·7	39·1		19
36·0	36·4	36·8	37·2	37·6	38·0	38·4	38·8	39·2	39·6	4	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
4	1	32·4	32·8	33·2	33·6	34·0	34·4	34·8	35·2	35·6	36·0
	2	32·8	33·2	33·6	34·0	34·5	34·8	35·3	35·7	36·1	36·5
	3	33·2	33·6	34·0	34·4	34·9	35·3	35·7	36·2	36·6	36·9
	4	33·6	34·0	34·5	34·9	35·3	35·7	36·1	36·5	37·0	37·4
	5	34·0	34·4	34·9	35·3	35·7	36·1	36·5	37·0	37·4	37·8
	6	34·4	34·8	35·3	35·7	36·2	36·5	37·0	37·4	37·8	38·2
	7	34·8	35·2	35·7	36·1	36·6	37·0	37·4	37·8	38·2	38·7
	8	35·2	35·6	36·1	36·5	37·0	37·4	37·8	38·3	38·7	39·1
	9	35·6	36·0	36·5	36·9	37·4	37·8	38·2	38·7	39·1	39·6
	10	36·0	36·4	36·9	37·3	37·8	38·2	38·7	39·1	39·6	40·0
	11	36·4	36·8	37·3	37·8	38·2	38·7	39·1	39·6	40·0	40·5
	12	36·8	37·2	37·7	38·2	38·7	39·1	39·6	40·0	40·5	40·9
	13	37·2	37·6	38·0	38·6	39·1	39·6	40·0	40·4	40·9	41·3
	14	37·6	38·0	38·6	39·0	39·5	40·0	40·4	40·8	41·3	41·8
	15	38·0	38·4	39·0	39·4	39·9	40·4	40·8	41·3	41·8	42·2
	16	38·4	38·9	39·4	39·9	40·3	40·8	41·3	41·7	42·2	42·7
	17	38·8	39·2	39·8	40·3	40·7	41·2	41·7	42·2	42·7	43·1
	18	39·2	39·8	40·2	40·7	41·1	41·6	42·1	42·6	43·1	43·6
	19	39·6	40·1	40·6	41·1	41·6	42·0	42·5	43·0	43·5	44·0
5	0	40·0	40·5	41·0	41·5	42·0	42·5	43·0	43·5	44·0	44·5
	1	40·4	40·9	41·4	41·9	42·4	42·9	43·4	43·9	44·4	44·9
	2	40·8	41·3	41·9	42·3	42·9	43·3	43·9	44·4	44·9	45·4
	3	41·2	41·7	42·2	42·7	43·2	43·7	44·3	44·8	45·3	45·8
	4	41·6	42·1	42·7	43·2	43·7	44·2	44·7	45·2	45·8	46·3
	5	42·0	42·5	43·1	43·6	44·2	44·6	45·1	45·6	46·2	46·7
	6	42·4	42·9	43·5	44·0	44·6	45·0	45·6	46·1	46·6	47·1
	7	42·8	43·3	43·9	44·4	45·0	45·5	46·0	46·5	47·0	47·5
	8	43·2	43·7	44·3	44·8	45·4	45·9	46·4	46·9	47·5	48·0
	9	43·6	44·1	44·7	45·2	45·8	46·3	46·8	47·3	47·9	48·4
	10	44·0	44·5	45·1	45·6	46·2	46·7	47·3	47·8	48·4	48·9
	11	44·4	44·9	45·5	46·0	46·6	47·1	47·7	48·2	48·8	49·3
	12	44·8	45·3	45·9	46·5	47·1	47·6	48·2	48·7	49·3	49·8
	13	45·2	45·7	46·3	46·9	47·5	48·0	48·6	49·1	49·7	50·2
	14	45·6	46·1	46·8	47·3	47·9	48·4	49·0	49·5	50·2	50·7
	15	46·0	46·5	47·2	47·7	48·3	48·8	49·4	49.9	50·6	51·1
	16	46·4	46·9	47·6	48·1	48·8	49·3	49·9	50·4	51·0	51·6
	17	46·8	47·3	48·0	48·6	49·2	49·7	50·3	50·8	51·4	52·0
	18	47·2	47·7	48·4	49·0	49·6	50·2	50·7	51·3	51·9	52·5
	19	47·6	48·1	48·8	49·4	50·0	50·6	51·2	51·7	52·3	52·9
6	0	48·0	48·6	49·2	49·8	50·4	51·0	51·6	52·2	52·8	53·4

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
36·4	36·8	37·2	37·6	38·1	38·5	39·0	39·4	39·8	40·2	4	1
36·9	37·3	37·7	38·1	38·6	39·0	39·4	39·8	40·2	40·6		2
37·3	37·8	38·2	38·6	39·0	39·4	39·8	40·2	40·6	41·0		3
37·8	38·2	38·6	39·0	39.5	39·9	40·3	40·7	41·2	41·5		4
38·2	38·6	39·0	39·5	39·9	40·3	40·7	41·2	41·6	42·0		5
38·7	39·1	39·6	40·0	40·4	40·8	41·3	41·6	42·1	42·5		6
39·1	39·6	40·0	40·4	40·8	41·3	41·6	42·1	42·5	43·0		7
39·6	40·0	40·5	40·9	41·4	41·8	42·3	42·6	43·1	43·5		8
40·0	40·5	40·9	41·4	41·8	42·3	42·8	43·1	43·6	44·0		9
40.5	40·9	41·4	41·8	42·3	42·7	43·3	43·6	44·1	44·5		10
40·9	41·4	41·8	42·3	42·7	43·2	43·7	44·1	44·5	45·0		11
41·4	41·8	42·3	42·8	43·3	43·7	44·2	44·6	45·1	45·5		12
41·8	42·3	42·8	43·2	43·7	44·2	44·6	45·1	45·6	46·1		13
42·3	42·7	43·2	43·7	44·2	44·6	45·1	45·5	46·1	46·5		14
42·7	43·2	43·7	44·2	44·6	45·1	45·6	46.1	46·6	47·0		15
43·2	43·6	44·2	44·6	45·1	45·6	46·1	46·5	47·1	47·5		16
43·6	44·1	44·6	45·1	45·6	46·1	46·6	47·1	47·6	48·0		17
44·1	44·5	45·1	45·6	46·1	46·6	47·1	47·5	48.1	48·5		18
44·5	45·0	45·5	46·1	46·5	47 0	47 5	48·0	48·6	49·0		19
45·0	45·5	46·0	46·5	47·0	47·5	48·0	48·5	49·0	49·5	5	0
45·4	45·9	46·4	46·9	47·4	48·0	48·5	49·0	49·5	50·0		1
45·9	46·4	46·9	47·4	48·0	48·5	49·0	49·5	50·0	50·5		2
46·3	46·8	47·3	47·8	48·4	48·9	49 5	50.0	50·5	50·9		3
46·8	47·3	47·8	48·3	48·9	49·4	50·0	50·4	50·9	51·4		4
47·2	47·7	48·3	48·8	49·3	49·8	50·4	50·9	51·4	51·9		5
47·7	48·2	48·8	49·3	49·8	50·3	50·9	51·3	51·9	52·4		6
48·1	48·6	49·2	49·7	50·2	50·8	51·3	51·9	52·4	52·9		7
48·6	49·1	49·7	50·2	50·8	51·2	51·9	52·3	52·9	53·4		8
49·0	49·5	50·1	50·6	51·2	51·7	52·3	52·8	53·4	53·9		9
49·5	50·0	50·6	51·1	51·7	52 2	52·8	53·3	53·9	54·4		10
49·9	50·4	51·0	51·5	52·2	52·7	53·3	53 8	54·4	54·9		11
50·4	50·9	51·5	52·1	52·7	53·2	53·8	54·3	54·9	55·4		12
50·8	51·3	51·9	52·5	53·1	53·6	54·2	54·7	55·3	55·9		13
51·3	51·8	52·4	53·0	53·6	54·1	54·7	55·2	55·8	56·5		14
51·7	52·2	52·9	53·5	54·0	54·5	55·1	55·7	56·3	56·9		15
52·2	52·7	53·4	54·0	54·5	55·0	55·6	56·2	56·8	57·4		16
52·6	53·1	53·8	54·4	55·0	55·5	56 0	56·7	57·3	57 9		17
53·1	53·6	54·3	54·9	55·5	56·0	56·6	57·2	57·8	58·5		18
53·5	54·0	54·7	55·3	56·0	56·5	57·1	57·7	58·3	58 9		19
54·0	54·6	55·2	55·8	56·4	57·0	57·6	58 2	58·8	59·4	6	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
0	1	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5
	2	1.0	1·0	1·0	1·0	1·0	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1
	3	1·5	1·5	1·5	1·6	1·6	1·6	1·6	1·6	1·6	1·6
	4	2·0	2·0	2·0	2·1	2·1	2·1	2·1	2·1	2·2	2·2
	5	2·5	2·5	2·5	2·6	2·6	2·6	2·6	2·7	2·7	2·8
	6	3·0	3·0	3·1	3·1	3·1	3·2	3·2	3·2	3·2	3·3
	7	3·5	3·5	3·6	3·7	3·7	3·7	3·7	3·8	3·8	3·8
	8	4·0	4·0	4·1	4·1	4·2	4·2	4·2	4·3	4·3	4·3
	9	4·5	4·5	4·6	4·7	4·7	4·7	4·7	4·8	4·8	4·9
	10	5·0	5·0	5·1	5·2	5·2	5·3	5·3	5·4	5·4	5·5
	11	5·5	5·5	5·6	5·7	5·7	5·8	5·8	5·9	5·9	6·0
	12	6·0	6·1	6·1	6·2	6·2	6·3	6·4	6·4	6·5	6·5
	13	6·5	6·6	6·6	6·7	6·7	6·8	6·8	6·9	7·0	7·1
	14	7·0	7·1	7·1	7·2	7·3	7·4	7·4	7·5	7·6	7·6
	15	7·5	7·6	7·6	7·7	7·8	7·9	7·9	8·0	8·1	8·2
	16	8·0	8·1	8·2	8·2	8·3	8·4	8·5	8·6	8·6	8·7
	17	8·5	8·6	8·7	8·8	8·9	8·9	9·0	9·1	9·2	9·3
	18	9·0	9·1	9·2	9·3	9·4	9·5	9·5	9·6	9·7	9·8
	19	9·5	9·6	9·7	9·8	9·9	10·0	10·1	10·2	10·3	10·4
1	0	10·0	10·1	10·2	10·3	10·4	10·5	10·6	10·7	10·8	10·9
	1	10·5	10.6	10·7	10·8	10·9	11·0	11·1	11·2	11·3	11·4
	2	11·0	11·1	11·2	11·3	11·4	11·6	11·7	11·8	11·9	12·0
	3	11·5	11·6	11·7	11·8	11·9	12·1	12·2	12·3	12·4	12·5
	4	12·0	12·1	12·2	12·4	12·5	12·6	12·7	12·8	13·0	13·1
	5	12·5	12·6	12·7	12·8	12·9	13·1	13·2	13·3	13·5	13·6
	6	13·0	13·1	13·3	13·4	13·5	13·7	13·8	13·9	14·0	14·2
	7	13·5	13·6	13·7	13·8	13·9	14·1	14·3	14·4	14·6	14·7
	8	14·0	14·1	14·3	14·4	14·6	14·7	14·8	15·0	15·1	15·3
	9	14·5	14·6	14·7	14·9	15·1	15·2	15·3	15·4	15·6	15·8
	10	15·0	15·2	15·3	15·5	15·6	15·8	15·9	16·1	16·2	16.4
	11	15·5	15·6	15·8	15·9	16·1	16·3	16·4	16·6	16·7	16·9
	12	16·0	16·2	16·3	16·5	16·6	16·8	17·0	17·1	17·3	17·4
	13	16·5	16·6	16·8	17·0	17·1	17·3	17·4	17·6	17·8	17·9
	14	17·0	17·2	17·3	17·5	17·7	17·9	18·0	18·2	18·4	18·5
	15	17·5	17·6	17·8	18·0	18·2	18·4	18·5	18·7	18·9	19·0
	16	18·0	18·2	18·4	18·5	18·7	18·9	19·1	19·3	19·5	19·6
	17	18·5	18·6	18·8	19·0	19·2	19·4	19·6	19·8	20·0	20·1
	18	19·0	19·2	19·4	19·6	19·8	20·0	20·1	20·3	20·5	20·7
	19	19·5	19·6	19·8	20·0	20·2	20·4	20·6	20·8	21·0	21·2
2	0	20·0	20·2	20·4	20·6	20·8	21·0	21·2	21·4	21·6	21·8

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0·6	0	1
1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2		2
1·6	1·7	1·7	1·7	1·7	1·8	1·8	1·8	1·8	1·8		3
2·2	2·2	2·2	2·3	2·3	2·3	2·3	2·3	2·4	2·4		4
2·8	2·8	2·8	2·9	2·9	2·9	2·9	2·9	3·0	3·0		5
3·3	3·3	3·4	3·4	3·4	3·5	3·5	3·5	3·5	3·6		6
3·8	3·8	3·9	4·0	4·0	4·1	4·1	4·1	4·1	4·2		7
4·4	4·4	4·5	4·5	4·6	4·6	4·6	4·7	4·7	4·7		8
4·9	5·0	5·1	5·1	5·2	5·2	5·2	5·3	5·3	5·4		9
5·5	5·6	5·6	5·7	5·7	5·8	5·8	5·9	5·9	6·0		10
6·0	6·1	6·2	6·3	6·3	6·4	6·4	6·5	6·5	6·6		11
6·6	6·7	6·7	6·8	6·8	6·9	7·0	7·0	7·1	7·1		12
7·2	7·3	7·3	7·4	7·4	7·5	7·5	7·6	7·7	7·7		13
7·7	7·8	7·8	7·9	8·0	8·1	8·1	8·2	8·3	8·3		14
8·3	8·4	8·4	8·5	8·6	8·7	8·7	8·8	8·8	8·9		15
8·8	8·9	9·0	9·0	9·1	9·2	9·3	9·4	9·4	9·5		16
9·4	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1		17
9·9	10·0	10·1	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·7		18
10·5	10·6	10·7	10·8	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3		19
11·0	11·1	11·2	11·3	11·4	11·5	11·6	11·7	11·8	11·9	1	0
11·5	11·6	11·7	11·8	11·9	12·1	12·3	12·3	12·4	12·5		1
12·1	12·2	12·3	12·4	12·5	12·7	12·8	12·9	13·0	13·1		2
12·6	12·7	12·8	12·9	13·1	13·3	13·4	13·5	13·6	13·7		3
13·2	13·3	13·4	13·6	13·7	13·8	13·9	14·0	14·2	14·3		4
13·7	13·8	13·9	14·1	14·3	14·4	14·5	14·6	14·7	14·9		5
14·3	14·4	14·6	14·7	14·8	15·0	15·1	15·2	15·3	15·5		6
14·8	14·9	15·1	15·3	15·4	15·5	15·6	15·8	15·9	16·1		7
15·4	15·5	15·7	15·8	16·0	16·1	16·2	16·4	16·5	16·7		8
15·9	16·1	16·3	16·4	16·5	16·7	16·8	17·0	17·1	17·3		9
16·5	16·7	16·8	17·0	17·1	17·3	17·4	17·6	17·7	17·9		10
17·0	17·2	17·4	17·5	17·6	17·8	17·9	18·2	18·3	18·5		11
17·6	17·8	17·9	18·1	18·2	18·4	18·6	18·7	18·9	19·0		12
18·1	18·3	18·5	18·6	18·8	19·0	19·1	19·3	19·4	19·6		13
18·7	18·9	19·0	19·2	19·4	19·6	19·7	19·9	20·1	20·2		14
19·2	19·4	19·6	19·7	19·9	20·1	20·3	20·5	20·6	20·8		15
19·8	20·0	20·2	20·3	20·5	20·7	20·9	21·0	21·2	21·4		16
20·3	20·5	20·7	20·9	21·1	21·3	21·4	21·6	21·8	22·0		17
20·9	21·1	21·3	21·5	21·7	21·9	22·0	22·2	22·4	22·6		18
21·4	21·6	21·8	22·0	22·2	22·4	22·6	22·8	23·0	23·2		19
22·0	22·2	22·4	22·6	22·8	23·0	23·2	23·4	23·6	23·8	2	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
2	1	20·5	20·7	20·9	21·1	21·3	21·5	21·7	21·9	22·1	22·3
	2	21·0	21·2	21·4	21.6	21·8	22·1	22.3	22·5	22·7	22·9
	3	21·5	21·7	21·9	22·1	22·4	22·6	22·8	23·0	23·2	23·4
	4	22·0	22·2	22·4	22·7	22·9	23·1	23·3	23·5	23·8	24·0
	5	22·5	22·7	22·9	23·2	23·4	23·6	23·8	24·1	24·3	24·5
	6	23·0	23·2	23·5	23·7	23·9	24·2	24·4	24·6	24·8	25·1
	7	23·5	23·7	24·0	24·2	24·4	24·7	24·9	25·1	25·3	25·6
	8	24·0	24·2	24·5	24·7	25·0	25·2	25·4	25·7	25·9	26·2
	9	24·5	24·7	25·0	25·2	25·5	25·7	26·0	26·2	26.4	26·7
	10	25·0	25·2	25·5	25·8	26·0	26·3	26·5	26·8	27·0	27·3
	11	25·5	25.7	26·0	26·3	26·5	26·8	27·0	27·3	27·5	27·8
	12	26·0	26·3	26·5	26·8	27·0	27·3	27·6	27·8	28·1	28·3
	13	26·5	26·8	27·0	27·3	27·6	27·9	28·1	28·4	28·7	28·9
	14	27·0	27·3	27·5	27·8	28·1	28·4	28·6	28·9	29·2	29·4
	15	27·5	27·8	28·0	28·3	28·6	28·9	29·1	29·4	29.7	30·0
	16	28·0	28·3	28·6	28·8	29·1	29·4	29·7	30·0	30·2	30·5
	17	28·5	28·8	29·1	29·3	29·6	29·9	30·2	30·5	30·8	31·0
	18	29·0	29·3	29·6	29·9	30·2	30·5	30·7	31·0	31·3	31·6
	19	29·5	29·8	30·1	30·4	30·7	31·0	31·2	31·5	31·8	32·1
3	0	30·0	30·3	30·6	30·9	31·2	31·5	31·8	32·1	32·4	32·7
	1	30·5	30·8	31·1	31·4	31·7	32·0	32·3	32·6	32·9	33·2
	2	31·0	31·3	31·6	31·9	32·2	32·5	32·8	33·1	33·4	33·7
	3	31·5	31·8	32·1	32·4	32·7	33·1	33·3	33·6	34·0	34·3
	4	32·0	32·3	32·6	33·0	33·3	33·6	33·9	34·2	34·6	34·9
	5	32·5	32·8	33·1	33·5	33·8	34·1	34·4	34·7	35·1	35·4
	6	33·0	33·3	33·6	34·0	34·3	34·6	34·9	35·3	35·6	35·9
	7	33·5	33·8	34·1	34·5	34·8	35·1	35·5	35·8	36·1	36·5
	8	34·0	34·3	34·7	35·0	35·4	35·7	36·0	36·3	36·7	37·1
	9	34·5	34·8	35·2	35·5	35·9	36·2	36·5	36·8	37·2	37·6
	10	35·0	35·4	35·7	36·1	36·4	36·8	37·1	37·4	37·8	38·1
	11	35·5	35·9	36·2	36·6	36·9	37·3	37·6	37·9	38·3	38·7
	12	36·0	36·4	36·7	37·1	37·4	37·8	38·2	38·5	38·9	39·2
	13	36·5	36·9	37·2	37·6	37·9	38·3	38·7	39·1	39·4	39·7
	14	37·0	37·4	37·7	38·1	38·4	38·8	39·2	39·6	39·9	40·3
	15	37·5	37·9	38·2	38·6	39·0	39·3	39·7	40·1	40·4	40·8
	16	38·0	38·4	38·8	39·1	39·5	39·9	40·3	40·7	41·0	41·4
	17	38·5	38·9	39·3	39·6	40·0	40·4	40·8	41·2	41·5	41·9
	18	39·0	39·4	39·8	40·2	40·6	41·0	41·4	41·8	42·1	42·5
	19	39·5	39·9	40·3	40·7	41·1	41·5	41·9	42·3	42·6	43·0
4	0	40·0	40·4	40·8	41·2	41·6	42·0	42·4	42·8	43·2	43·6

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
22·5	22·7	23·0	23·2	23·4	23·6	23·8	24·0	24·2	24·4	2	1
23·1	23·3	23·5	23·7	23·9	24·2	24·4	24·6	24·8	25·0		2
23·6	23·8	24·0	24·3	24·5	24·7	25·0	25·2	25·4	25·6		3
24·2	24·4	24·6	24·9	25·1	25·3	25·5	25·7	26·0	26·2		4
24·7	25·0	25·2	25·4	25·7	25·9	26·1	26·3	26·5	26·8		5
25·3	25·5	25·8	26·0	26·2	26·5	26·7	26·9	27·1	27·4		6
25·8	26·0	26·3	26·5	26·8	27·0	27·2	27·5	27·7	28·0		7
26·4	26·6	26·9	27·1	27·4	27·6	27·8	28·1	28·3	28·6		8
27·0	27·2	27·4	27·7	28·0	28·2	28·4	28·7	28·9	29·2		9
27·5	27·8	28·0	28·3	28·5	28·8	29·0	29·3	29·5	29·8		10
28·0	28·3	28·5	28·8	29·1	29·4	29·6	29·8	30·1	30·3		11
28·6	28·9	29·1	29·4	29·7	30·0	30·2	30·4	30·7	30·9		12
29·2	29·5	29·7	30·0	30·2	30·5	30·8	31·0	31·3	31·5		13
29·7	30·0	30.2	30·5	30·8	31·1	31·3	31·6	31·9	32·1		14
30·2	30·5	30·8	31·0	31·3	31·6	31·9	32·2	32·4	32·7		15
30·8	31·1	31·4	31·6	31·9	32·2	32·5	32·8	33·0	33·3		16
31·3	31·6	31·9	32·2	32·5	32·8	33·0	33·3	33·6	33·9		17
31·9	32·2	32.5	32·8	33·1	33·4	33·6	33·9	34·2	34·5		18
32·4	32·7	33·0	33·3	33·6	33·9	34·2	34·5	34·8	35·1		19
33·0	33·3	33·6	33.9	34·2	34·5	34·8	35·1	35·4	35·7	3	0
33·5	33·8	34·1	34·4	34·7	35·0	35·3	35·6	35·9	36·2		1
34·0	34·3	34·6	34·9	35·2	35·5	35.8	36·1	36·4	36·7		2
34·6	34·9	35·2	35·5	35·8	36·2	36·5	36·7	37·1	37·4		3
35·2	35·5	35·8	36·2	36·5	36·8	37·1	37·4	37·8	38·1		4
35·7	36·1	36·4	36·7	37·0	37·3	37·6	38·0	38·3	38·7		5
36·3	36·6	36·9	37·3	37·6	37·9	38·2	38·6	38·9	39·3		6
36·8	37·1	37·5	37·8	38·2	38·5	38·8	39·2	39·5	39·9		7
37·4	37·7	38·1	38·4	38·8	39·1	39·4	39·8	40·1	40·5		8
37·9	38·3	38·6	38·9	39·3	39·7	40·0	40·3	40·7	41·1		9
38·5	38·9	39·2	39·5	39·9	40·3	40·6	40·9	41·3	41·7		10
39·0	39·4	39·7	40·1	40·4	40·8	41·2	41·5	41·9	42·3		11
39·6	40·0	40·3	40·7	41·0	41·4	41·8	42·1	42·5	42·8		12
40·1	40·5	40·8	41·2	41·6	42·0	42·4	42·7	43·1	43·4		13
40·7	41·1	41·4	41·8	42·2	42·6	42·9	43·3	43·7	44·0		14
41·2	41·6	42·0	42·3	42·7	43·1	43·5	43·9	44·2	44·6		15
41·8	42·2	42·6	42·9	43·3	43·7	44·1	44·5	44·8	45·2		16
42·3	42·7	43·1	43·5	43·9	44·3	44·7	45·1	45·4	45·8		17
42·9	43·3	43·7	44·1	44·5	44·9	45·2	45·6	46·0	46·4		18
43·4	43·8	44·2	44·6	45·0	45·4	45·8	46·2	46·6	47·0		19
44·0	44·4	44·8	45·2	45·6	46·0	46·4	46·8	47·2	47·6	4	0

Scheinbarer Durchmesser		Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss									
Limbus	Nonius	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
der Skale		Wirklicher Durchmesser in Zollen									
4	1	40·5	40·9	41·3	41·7	42·1	42·5	42·9	43·3	43·7	44·1
	2	41·0	41·4	41·8	42·2	42·6	43·0	43·4	43·9	44·3	44·7
	3	41·5	41·9	42·3	42·7	43·1	43·5	43·9	44·4	44·8	45·2
	4	42·0	42·4	42·8	43·3	43·7	44·1	44·5	44·9	45·4	45·8
	5	42·5	42·9	43·3	43·8	44·2	44·6	45·0	45·4	45·9	46·3
	6	43·0	43·4	43·8	44·3	44·7	45·1	45·6	46·0	46·4	46·8
	7	43·5	43·9	44·3	44·8	45·2	45·6	46·1	46·5	46·9	47·4
	8	44.0	44·4	44·9	45·3	45·8	46·2	46·6	47·1	47·5	48·0
	9	44·5	44·9	45·4	45·8	46·3	46·7	47·1	47·6	48·0	48·5
	10	45·0	45·4	45·9	46·4	46·8	47·2	47·7	48·1	48·6	49·0
	11	45·5	45·9	46·4	46·9	47·3	47·7	48·2	48·7	49·2	49·6
	12	46·0	46·5	46·9	47·4	47·8	48·3	48·8	49·2	49·7	50·1
	13	46·5	47·0	47·4	47·6	48·3	48·8	49·3	49·8	50·2	50·6
	14	47·0	47·5	47·9	48·4	48·8	49·3	49·8	50·3	50·8	51·2
	15	47·5	48·0	48·4	48·9	49·3	49·8	50·3	50·8	51·3	51·8
	16	48·0	48·5	49·0	49·4	49·9	50·4	50·9	51·4	51·8	52·3
	17	48·5	46·0	49·5	49·9	50·4	50·9	51·4	51·9	52·3	52·8
	18	49·0	49·5	50·0	50·4	51·0	51·5	51·9	52·4	52·9	53·4
	19	49·5	50·0	50·5	51·9	51·5	52·0	52·4	52·9	53·4	53·9
5	0	50·0	50·5	51·0	51·5	52·0	52·5	53·0	53·5	54·0	54·5
	1	50·5	51·0	51·5	52·0	52·5	53·0	53·5	54·0	54·5	55·0
	2	51·0	51·5	52·0	52·5	53·0	53·5	54·0	54·5	55·1	55·6
	3	51·5	52·0	52·5	53·0	53·5	54·0	54·5	55·1	55·6	56·1
	4	52·0	52·5	53·0	53·6	54·1	54·6	55·1	55·6	56·2	56·7
	5	52·5	53.0	53·6	54·1	54·6	55·1	55·6	56·2	56·7	57·2
	6	53·0	53·5	54·1	54·6	55·1	55·6	56·2	56·7	57.2	57·8
	7	53·5	54·0	54·6	55·1	55·6	56·2	56·7	57·2	57·8	58·3
	8	54·0	54·5	55·1	55·6	56·2	56·7	57·2	57·8	58·3	58·9
	9	54·5	55·1	55·6	56·2	56·7	57·2	57·8	58·3	58·9	59·4
	10	55·0	55·6	56·1	56.7	57·2	57·8	58·3	58·9	59·4	60·0
	11	55·5	56·1	56·6	57·2	57·8	58·3	58·9	59·4	60·0	60·5
	12	56·0	56·6	57·1	57·7	58·2	58·8	59·4	59·9	60·5	61·0
	13	56·5	57·1	57·6	58·2	58·8	59·4	59·9	60·5	61·0	61·6
	14	57·0	57·6	58·1	58·7	59·2	59·9	60·4	61·0	61·5	62·1
	15	57·5	58·1	58·7	59·2	59·8	60·4	61·0	61·5	62·1	62·7
	16	58·0	58·6	59·2	59·7	60·3	60·9	61·5	62·1	62·6	63·2
	17	58·5	59·1	59·7	60·3	60·9	61·5	62·1	62·6	63·2	63·8
	18	59·0	59·6	60·2	60·8	61·4	62·0	62·5	63·1	63·7	64·3
	19	59·5	60·1	60·7	61·3	61·9	62·5	63·1	63·7	64·3	64·9
6	0	60·0	60·6	61·2	61·8	62·4	63·0	63·6	64·2	64·8	65·4

Entfernung vom Auge des Beobachters in Fuss										Scheinbarer Durchmesser	
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	Limbus	Nonius
Wirklicher Durchmesser in Zollen										der Skale	
44·5	44·9	45·3	45·7	46·1	46·6	47·0	47·4	47·8	48·2	4	1
45·1	45·5	45·9	46·3	46·7	47·1	47·5	48·0	48·4	48·8		2
45·6	46·1	46·5	46·9	47·3	47·7	48·1	48·5	49·0	49·4		3
46·2	46·6	47·0	47·5	47·9	48·3	48·7	49·1	49·6	50·0		4
46·7	47·1	47·6	48·0	48·5	48·9	49·3	49·7	50·1	50·6		5
47·3	47·7	48·2	48·6	49·1	49·5	49·9	50·3	50·7	51·2		6
47·9	48·3	48·7	49·2	49·6	50·0	50·4	50·9	51·3	51·8		7
48.4	48·8	49·3	49·7	50·2	50·6	51·0	51·5	51·9	52·4		8
48·9	49·3	49·8	50·3	50·7	51·2	51·6	52·1	52·5	53·0		9
49·5	49·9	50·4	50·9	51·3	51·8	52·2	52·7	54·1	53·6		10
50·0	50·5	50·9	51·4	51·8	52·3	52·8	53·2	53·7	54·1		11
50·6	51·0	51·5	52·0	52·4	52·9	53·4	53·8	54·3	54·7		12
51.1	51·5	52·0	52·5	53·0	53·4	53·9	54·4	54·9	55·3		13
51·7	52·1	52·6	53·1	53·6	54·0	54·5	55·0	55·5	55·9		14
52·2	52·7	53·2	53·7	54·2	54·6	55·1	55·6	56·0	56·5		15
52·8	53·3	53·8	54·2	54·7	55·2	55·7	56·2	56·6	57·1		16
53·3	53·8	54·3	54·8	55·3	55·8	56·3	56·7	57·2	57·7		17
53·9	54·4	54·9	55·4	55·9	56·4	56·9	57·3	57·8	58·3		18
54·4	54·9	55·4	56·0	56·4	56·9	57·4	57·9	58·4	58·9		19
55·0	55·5	56·0	56·5	57·0	57·5	58·0	58·5	59·0	59·5	5	0
55·5	56·0	56·5	57·0	57·5	58·0	58·5	59·0	59·6	60·1		1
56·1	56·6	57·1	57·6	58·1	58·6	59·1	59·6	60·2	60·7		2
56·6	57·1	57·6	58·2	58·7	59·2	59·7	60·2	60·8	61·3		3
57·2	57·7	58·2	58·8	59·3	59·8	60·3	60·8	61·4	61·9		4
57·7	58.2	58·8	59·3	59·8	60·3	60·9	61·4	61·9	62·5		5
58·3	58·8	59·4	59·9	60·4	60·9	61·5	62·0	62.5	63·1		6
58·8	59·4	59·5	60·4	61·0	61·5	62·0	62·6	63·1	63·7		7
59·4	59·9	60·5	61·0	61·6	62·1	62·6	63·2	63·7	64·3		8
59·9	60·5	61·0	61·6	62·2	62·7	63·2	63·8	64·3	64·9		9
60·5	61·0	61·6	62.2	62·8	63·3	63·8	64·4	64·9	65·5		10
61·0	61·6	62·2	62·8	63·3	63·8	64·4	64·9	65·5	66·0		11
61·6	62·2	62·7	63·3	63·8	64·4	65·0	65·5	66·1	66·6		12
62·2	62·7	63·3	63·8	64·4	65·0	65·5	66·1	66·7	67·2		13
62·7	63·3	63·8	64·4	65·0	65·5	66·1	66·7	67·3	67·8		14
63·3	63·8	64·4	65·0	65·5	66·1	66·7	67·3	67·8	68·4		15
63·8	64·4	65·0	65·5	66·1	66·7	67·3	67·9	68·4	69·0		16
64·4	65·0	65·5	66·1	66·7	67·3	67·9	68·4	69·0	69·6		17
64·9	65·5	66·1	66·7	67·3	67·9	68·4	69·0	69·6	70·2		18
65·5	66·1	66·7	67·3	67·9	68·4	69·0	69·6	70·2	70·8		19
66·0	66·6	67·2	67·8	68·4	69·0	69·6	70·2	70·8	71·4	6	0

Tafel II.

Walzentafel und Kreisflächen-Tabelle

zum Aufsuchen der Kubikinhalte walzenförmiger Körper, sowie der ein- und mehrfachen Kreisflächen, berechnet nach der Gleichung:

$$K = \begin{cases} 0.005454 \quad d^2\ l \text{ aus dem Durchmesser} \\ 0.0005526\ u^2\ l \text{ aus dem Umfange,} \end{cases}$$

in welcher K den Kubikinhalt in Kubikfussen oder die Kreisflächen in Quadratfussen, d und u den in der faktischen Mitte gemessenen Durchmesser oder Umfang in Zollen und l die Länge in Fussen oder die Anzahl der Kreisflächen bedeutet.

Diese Tafel gibt den Kubikinhalt von 10 zu 10′ Länge für die als Eingang dienenden Durchmesser oder Umfänge unmittelbar an. Für die zwischen je 10 Fuss liegenden Einheiten der Länge erhält man den Kubikinhalt, wenn man das Dezimalzeichen bei der betreffenden Zahl um eine Stelle nach links rückt. So findet man den Kubikinhalt für 10¼″ Durchmesser (32·20 Umfang) um 60 Fuss Länge mit 34·38 k′, — für denselben Durchmesser und 6 Fuss Länge mit 3·438 k′; ebenso auch die 60fache Kreisfläche für 10¼ Zoll Durchmesser mit 34·38□′, und die 6fache Kreisfläche mit 3.438□′.

Es kann daher der Kubikinhalt für jeden in der Tabelle angegebenen Durchmesser oder Umfang und jede beliebige Länge leicht durch Addition gefunden werden. So ist z. B. für ein walzenförmiges Baumstück von 19′ Länge und 16¼″ Durchmesser der Inhalt:

Für die Walze von 10′ Länge und 16¼ Durchmesser der Inhalt . . . . . = 14·40 k′

Für die Walze von 9′ Länge und 16¼ Durchmesser der Inhalt . . . . . = 12·96 k′

zusammen für 19′ Länge und 16¼ Durchm. d. Inhalt = 27·36 k′

Für einen walzenförmigen Körper von 121′ Länge und 18″ Durchmesser ist der Inhalt:

für die Walze v. 100′	Länge	u. 18″	Durchm.	d.	Inhalt	=	176·70	k′
„ „ „ „ 20′	„	„	„	„	„	=	35·34	“
„ „ „ „ 1′	„	„	„	„	„	=	1·77	„
zusammen für 121′	„	„	„	„	„	=	213·81	k′

Benützt man die Tafel als Kreisflächentabelle, so findet man die 19fache Kreisfläche für den Durchmesser von $16^1/_4$″ aus der

10fachen Kreisfläche von $16^1/_4$″	Durchm.	mit	14·40	□′
9 „	„	„	„	„	„	12·96	□⁰
19fache „	„	„	„	„	„	27·36	□′

Bei Stärkemessungen nach dem Umfange sind in der Tabelle die nächst zustimmenden Zahlen, z. B. für $32^1/_4$″ Umfang, 32·20; — für $38^2/_4$″ Umfang 38·48″ zu nehmen.

Für Durchmesser und Umfänge, welche die Grenze der Tafel überschreiten, nimmt man deren Hälfte und den dazu gehörigen Inhalt oder die Kreisfläche vierfach. So ist der Inhalt einer 65″gen Walze von 50′ Länge = dem vierfachen Inhalte der $32^2/_4$″gen Walze von derselben Länge, daher nach der Tafel $288{\cdot}05 \times 4 = 1153{\cdot}20$ k′.

Ebenso ist die 50fache Kreisfläche für den Durchmesser von $65'' = 288{\cdot}05 \times 4 = 1152{\cdot}20$□′.

Durchmesser	Umfang	Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)			
		10	20	30	40
in Zollen		Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)			
1/4	0·79	0·003	0·006	0·009	0·012
2/4	1·57	0·014	0·028	0·042	0·056
3/4	2·36	0·031	0·062	0·093	0·124
1—	3·14	0·055	0·110	0·165	0·220
1/4	3·93	0·085	0·170	0·255	0·340
2/4	4·71	0·123	0·246	0·369	0·492
3/4	5·50	0·167	0·334	0·500	0·668
2—	6·28	0·218	0·436	0·654	0·872
1/4	7.07	0·276	0·552	0·838	1·104
2/4	7·85	0·341	0·682	1·023	1·364
3/4	8·64	0·413	0·826	1·239	1·652
3—	9·42	0·491	0·982	1·473	1·964
1/4	10·21	0·576	1·152	1·728	2·304
2/4	10·99	0·668	1·356	2·004	2·672
3/4	11·78	0·767	1·534	2·301	3·068
4—	12·57	0·873	1·746	2·619	3·492
1/4	13·35	0·985	1·970	2·955	3·940
2/4	14·14	1·105	2·210	3·315	4·420
3/4	14·92	1·231	2·462	3·693	4·924
5—	15·71	1·364	2·728	4·092	5·456
1/4	16·49	1·503	3·006	4·509	6·012
2/4	17·23	1·650	3·300	4·950	6·600
3/4	18·06	1·804	3·608	5·412	7·216
6—	18·85	1·964	3·928	5·892	7·856
1/4	19·64	2·131	4·262	6·393	8·524
2/4	20·42	2·305	4·610	6·915	9·220
3/4	21·21	2·486	4·972	7·458	9·944
7—	21·99	2·673	5·346	8·019	10· 02
1/4	22·78	2·867	5·734	8·601	11· 47
2/4	23·56	3·068	6·136	9·204	12· 27
3/4	24·35	3·276	6·552	9·828	13· 10
8—	25·13	3·491	6·982	10· 47	13· 96
1/4	25·92	3·704	7·408	11· 11	14· 81
2/4	26·70	3·941	7·882	11· 82	15· 76
3/4	27·49	4·176	8·352	12· 53	16· 70
9—	28·27	4·418	8·836	13· 25	17· 67
1/4	29·06	4·667	9·334	14· 00	18· 67
2/4	29·85	4·922	9·844	14· 76	19· 69
3/4	30·63	5·185	10· 37	15· 56	20· 74

Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)					
50	60	70	80	90	100
Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)					
0·015	0·018	0·021	0·024	0·027	0·030
0·070	0·084	0·098	0·112	0·126	0·140
0·155	0·186	0·217	0·248	0·279	0·310
0·275	0·330	0·385	0·440	0·495	0·550
0·425	0·510	0·595	0·680	0·765	0·850
0·615	0·738	0·861	0·984	1·107	0·230
0·835	1·002	1·169	1·336	1·503	0·670
1·090	1·308	1·540	1·744	1·962	2·180
1·380	1·656	1·960	2·208	2·484	2·760
1·705	2·046	2·380	2·728	3·069	3·410
2·065	2·478	2·870	3·304	3·717	4·130
2·455	2·946	3·430	3·928	4·419	4·910
2·880	3·456	4·060	4·608	5·184	5·760
3·340	4·008	4·690	5·344	6·012	6·680
3·835	4·602	5·390	6·136	6·903	7·670
4·365	5·238	6·090	6·984	7·857	8·730
4·925	5·910	6·930	7·880	8·865	9.850
5·525	6·630	7·770	8·840	9·945	11·050
6·155	7·386	8·617	9·848	11·080	12·310
6·820	8·184	9·520	10·912	12·280	13·640
7·515	9·018	10·500	12·020	13·530	15·030
8·250	9·900	11·550	13·200	14·850	16·500
9·020	10·820	12·600	14·430	16·240	18·040
9·800	11·760	13·720	15·710	17·680	19·640
10·650	12·780	14·910	17·040	19·170	21·310
11·550	13·860	16·100	18·440	20·740	23·050
12·450	14·940	17·430	19·890	22·370	24·860
13·350	16·020	18·690	21·380	24·060	26·730
14·350	17·220	20·090	23·140	25·810	28·670
15·350	18·420	21·490	24·540	27·610	30·680
16·400	19·680	22·930	26·210	29·480	32·760
17·450	20·940	24·440	27·930	31·420	34·910
18·500	22·200	25·920	29·630	33·340	37·040
19·700	23·640	27·590	31·530	35·460	39·410
20·900	25·080	29·230	33·410	37·580	41·760
22·100	26·520	30·940	35·340	39·760	44·180
23·350	28·020	32·690	37·340	42·000	46·670
24·600	29·520	34·450	39·370	44·390	49·220
25·950	31·140	36·290	41·480	46·660	51·850

Durchmesser	Umfang	Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)			
		10	20	30	40
in Zollen		Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)			
10—	31·42	5·454	10·91	16·36	21·82
1/4	32·20	5·730	11·46	17·19	22·92
2/4	32·99	6·013	12·02	18·04	24·05
3/4	33·77	6·303	12·60	18·91	25·21
11—	34·56	6·600	13·20	19·80	26·40
1/4	35·34	6·903	13·80	20·71	27·61
2/4	36·13	7·213	14·42	21·64	28·85
3/4	36·91	7·530	15·06	22·59	30·12
12—	37·70	7·854	15·71	23·56	31·42
1/4	38·48	8·185	16·37	24·56	32·74
2/4	39·27	8·522	17·04	25·57	34·09
3/4	40·06	8·866	17·73	26·60	35·46
13—	40·84	9·212	18·42	27·64	36·85
1/4	41·63	9·675	19·15	28·73	38·30
2/4	42·41	9·940	19·88	29·82	39·76
3/4	43·20	10·312	20·62	30·93	41·24
14—	43·98	10·690	21·38	32·07	42·76
1/4	44·76	11·080	22·16	33·24	44·32
2/4	45·55	11·470	22·94	34·41	45·88
3/4	46·33	11·880	23·76	35·64	47·52
15—	47·12	12·270	24·54	36·81	49·08
1/4	47·90	12·680	25·36	38·04	50·72
2/4	48·69	13·100	26·20	39·30	52·40
3/4	49·48	13·530	27·06	40·59	54·12
16—	50·26	13·960	27·92	41·88	55·84
1/4	51·05	14·400	28·80	43·20	57·60
2/4	51·83	14·850	29·70	44·55	59·40
3/4	52·62	15·300	30·60	45·90	61·20
17—	53·40	15·760	31·52	47·28	63·04
1/4	54·19	16·230	32·46	48·09	64·92
2/4	54·97	16·700	33·40	50·10	66·80
3/4	55·76	19·180	34·36	51·54	68·72
18—	56·54	17·670	35·34	53·01	70·68
1/4	57·33	18·170	36·34	54·51	72·68
2/4	58·11	18·670	37·34	56·01	74·68
3/4	58·90	19·170	38·34	57·51	76·68
19—	59·69	19·690	39·38	59·07	78·06
1/4	60·47	20·210	40·42	60·63	80·84
2/4	61·26	20·740	41·48	62·22	82·96
3/4	62·04	21·280	42·56	63·84	85·12

Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)					
50	60	70	80	90	100
Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)					
27·27	32·72	38·18	43·63	49·09	54·54
28·65	34·38	40·11	45·84	51·57	57·30
30·06	36·08	42·09	48·10	54·12	60·13
31·51	37·82	44·12	50·42	56·73	63·03
33·00	39·60	46·20	52·80	59·40	66·00
34·51	41·42	48·32	55·22	62·13	69·03
36·06	43·28	50·49	57·70	64·92	72·13
37·65	45·18	52·71	60·24	67·77	75·30
39·27	47·12	54·98	62·83	70·68	78·54
40·93	49·11	57·30	65·48	73·66	81·85
42·61	51·13	59·65	68·17	76·69	85·22
44·33	53·20	62·06	70·93	79·79	88·66
46·06	55·27	64·48	73·70	82·91	92·12
47·87	57·45	67·04	76·60	86·18	96·75
49·70	59·64	69·58	79·52	89·46	99·40
51·53	61·86	72·17	82·48	92·79	103·10
53·45	64·14	74·84	85·53	96·22	106·90
55·40	66·48	77·56	88·64	99·72	110·80
57·35	68·82	80·29	91·76	103·23	114·70
59·40	71·28	83·16	95·04	106·92	118·80
61·35	73·62	85·89	98·16	110·43	122·70
63·40	76·08	88·76	101·44	114·12	126·80
65·50	78·60	91·70	104·80	117·90	131·00
67·65	81·18	94·71	108·24	121·77	135·30
69·80	83·76	97·72	111·68	125·64	139·60
72·00	86·40	100·80	115·20	129·60	144·00
74·25	89·10	103·95	118·80	133·65	148·50
76·50	91·80	107·10	122·40	137·70	153·30
78·80	94·56	110·32	126·08	141·84	157·60
81·15	97·38	113·61	129·84	146·07	162·30
83·50	100·20	116·90	133·60	150·30	167·00
85·90	103·08	120·26	137·44	154·62	171·80
88·35	106·02	123·69	141·36	159·03	176·70
90·85	109·02	127·19	145·36	163·53	181·70
93·35	112·02	130·69	149·36	168·03	186·70
95·85	115·02	134·19	153·36	172·53	191·70
98·45	118·14	137·83	157·52	177·21	196·90
101·05	121·23	141·47	161·68	181·89	202·10
103·70	124·43	145·17	165·91	186·65	207·40
106·40	127·68	148·96	170·24	191·52	212·80

Durchmesser	Umfang	Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)			
		10	20	30	40
in Zollen		Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)			
20—	62·83	21·82	43·63	65·45	87·27
1/4	63·61	22·37	44·74	67·11	89·48
2/4	64·40	22·92	45·84	68·76	91·68
3/4	65·18	23·48	46·96	70·44	93·92
21—	65·97	24·05	48·10	72·15	96·20
1/4	66·75	24·63	49·26	73·89	98·52
2/4	67·54	25·21	50·42	75·63	100·84
3/4	68·32	25·80	51·60	77·40	103·20
22—	69·11	26·40	52·80	79·20	105·60
1/4	69·90	27·00	54·00	81·00	108·00
2/4	07·68	27·61	55·22	82·83	110·44
3/4	71·47	28·23	56·46	84·09	112·92
23—	72·25	28·85	57·70	86·35	115·40
1/4	73·04	29·48	58·96	88·44	117·92
2/4	73·82	30·12	60·24	90·36	120·48
3/4	74·61	30·77	61·54	92·31	123·08
24—	75·39	31·42	62·84	94·26	125·68
1/4	76·18	32·07	64·14	96·21	128·28
2/4	76·96	32·74	65·48	98·22	130·96
3/4	77·75	33·41	66·82	100·23	133·64
25—	75·53	34·09	68·18	102·27	136·36
1/4	79·32	34·77	69·54	104·31	139·08
2/4	80·10	35·47	70·94	106·41	141·88
3/4	80·89	36·16	72·32	108·48	144·64
26—	81·68	36·87	73·74	110·61	147·48
1/4	82·46	37·58	75·16	112·74	150·32
2/4	83·25	38·30	76·60	114·90	153·21
3/4	84·03	39·03	78·06	117·09	156·12
27—	84·82	39·76	79·52	119·28	159·04
1/4	85·60	40·50	81·00	121·50	162·00
2/4	86·39	41·25	82·50	123·75	165·00
3/4	87·17	42·00	84·00	126·00	168·00
28—	87·96	42·76	85·52	128·28	171·04
1/4	88·85	43·53	87·06	130·59	174·12
2/4	89·53	44·30	88·60	132·90	177·20
3/4	90·32	45·09	90·18	135·27	180·36
29—	91·10	45·87	91·74	137·61	183·48
1/4	91·89	46·66	93·32	139·98	186·64
2/4	92·67	47·47	94·93	142·39	189·86
3/4	93·46	48·27	96·54	144·81	193·08

Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)					
50	60	70	80	90	100
Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)					
109·09	130·90	152·72	174·54	196·36	218·20
113·85	134·22	156·38	178·96	201·33	223·70
114·60	137·52	160·44	183·36	206·28	229·29
117·40	140·88	163·36	187·84	211·32	
120·25	144·30	168·35	192·40	216·45	240·50
123·15	147·78	172·41	197·04	221·67	246·30
126·05	151·26	176·47	201·68	226·89	252·10
129·00	154·80	180·60	206·40	232·20	258·00
132·00	158·40	184·80	211·20	237·60	264·00
135·00	162·00	189·00	216·00	243·00	270·00
138·05	165·66	193·27	220·88	248·49	276·10
141·15	169·38	197·61	225·84	254·07	282·30
144·25	173·10	201·95	230·80	259·65	288·50
147·40	176·88	206·36	235·84	265·32	294·80
150·60	180·72	210·84	240·96	271·08	301·20
153·85	184·62	215·39	246·16	276·93	307·70
157·10	188·52	219·94	251·36	282·78	314·20
160·35	192·42	224·49	256·56	288·63	320·70
163·70	196·44	229·18	261·92	294·66	327·40
167·05	200·46	233·87	267·28	300·69	334·10
170·45	204·54	238·63	272·72	306·81	340·90
173·85	208·62	243·39	278·16	312·93	347·70
177·35	212·82	248·29	283·76	319·23	354·70
180·80	216·96	253·12	289·28	325·44	361·60
184·35	221·22	258·09	294·96	331·83	368·70
187·90	225·48	263·06	300·64	338·22	375·80
191·51	229·81	268·11	306·41	344·72	383·00
195·15	234·18	273·21	312·24	351·27	390·30
198·80	238·56	278·32	318·08	357·84	397·60
202·50	243·00	283·50	324·00	364·50	405·00
206·25	247·50	288·75	330·00	371·25	412·50
210·00	252·00	294·00	336·00	378·00	420·00
213·80	256·56	299·32	342·08	384·84	427·60
217·65	261·18	304·71	348·24	391·77	435·30
221·50	265·80	310·10	354·40	398·70	443·00
225·45	270·54	315·63	360·72	405·81	450·90
229·34	275·21	321·09	366·95	412·82	458·70
233·30	279·96	326·62	373·28	419·94	466·60
237·32	284·79	332·25	379·72	427·18	474·70
241·35	289·62	337·89	386·16	434·43	482·70

Durchmesser in Zollen	Umfang in Zollen	Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen) 10	20	30	40
		Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)			
30—	94·24	49·09	98·18	147·27	196·36
1/4	95·03	49·91	99·82	149·75	199·64
2/4	95·81	50·74	101·48	152·22	202·96
3/4	96·60	51·57	103·14	154·71	206·28
31—	97·38	52·41	104·82	157·23	209·64
1/4	98·17	53·26	106·52	159·78	213·04
2/4	98·96	54·12	108·24	162·36	216·48
3/4	99·74	54·96	109·96	164·94	219·92
32—	100·50	55·85	111·70	167·55	223·40
1/4	101·30	56·75	113·46	170·19	226·92
2/4	102·10	57·61	115·22	172·83	230·44
3/4	102·80	58·50	117·00	175·50	234·00
33—	103·60	59·40	118·80	178·20	237·60
1/4	104·40	60·30	120·60	180·90	241·20
2/4	105·20	61·21	122·42	183·63	244·84
3/4	106·00	62·13	124·26	186·39	248·52
34—	106·80	63·05	126·10	189·15	252·20
1/4	107·50	63·98	127·96	191·94	255·92
2/4	108·30	64·92	129·84	194·76	259·68
3/4	109·10	65·86	121·72	197·58	263·44
35—	109·90	66·81	133·62	200·43	267·24
1/4	110·70	67·72	135·45	203·18	270·88
2/4	111·50	68·74	137·48	206·22	274·96
3/4	112·30	69·71	139·42	209·15	278·84
36—	113·00	70·69	141·38	212·07	282·76
1/4	113·80	71·67	143·34	215·01	286·68
2/4	114·60	72·66	145·32	217·98	290·64
3/4	115·40	73·66	147·32	220·98	294·64
37—	116·20	74·67	149·34	224·01	298·68
1/4	117·00	75·68	151·36	227·04	302·72
2/4	117·80	76·70	153·40	230·10	306·80
3/4	118·50	77·73	155·46	233·19	310·92
38—	119·30	78·76	157·52	236·28	315·04
1/4	120·10	79·80	159·60	239·40	319·20
2/4	120·90	80·84	161·68	242·53	323·37
3/4	121·70	81·90	163·80	245·70	327·60
39—	122·50	82·96	165·92	248·87	331·83
1/4	123·30	84·03	168·06	252·09	336·12
2/4	124·00	85·10	170·20	255·30	340·40
3/4	124·80	86·18	172·36	258·54	344·72

Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)					
50	60	70	80	90	100
Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)					
245·45	294·54	343·63	392·72	441·81	490·90
249·55	299·46	349·37	399·28	449·19	499·10
253·70	304·44	355·18	405·92	456·66	507·40
257·85	309·42	360·99	412·56	464·13	515·70
262·05	314·46	366·87	419·28	471·69	524·10
266·20	319·56	372·82	426·08	479·34	532·60
270·60	324·72	378·84	432·96	487·08	541·20
274·90	329·88	384·86	439·84	494·82	549·80
279·25	335·10	390·95	446·80	502·65	558·50
283·65	340·38	397·11	453·84	510·57	567·50
288·05	345·66	403·27	460·88	518·49	576·10
292·50	351·00	409·50	468·00	526·50	585·00
297·00	356·40	415·80	475·20	534·60	594·00
301·50	361·80	422·10	482·40	542·70	603·00
306·05	367·26	428·47	489·68	550·89	612·10
310·65	372·78	434·91	497·04	559·17	621·30
315·25	378·30	441·35	504·40	567·45	630·50
319·90	383·88	447·86	511·84	575·82	639·80
324·60	389·52	454·44	519·36	584·28	649·20
329·30	395·16	461·02	526·88	593·74	658·60
334·05	400·86	467·67	534·48	601·29	668·10
338·63	406·36	474·08	541·81	609·53	677·20
343·70	412·44	481·18	549·92	618·66	687·40
348·55	418·26	487·97	557·68	627·39	697·10
353·45	424·14	494·83	565·52	636·21	706·90
358·35	430·02	501·69	573·36	645·03	716·70
363·30	435·96	508·62	581·28	653·94	726·60
368·30	441·96	515·62	589·24	662·94	736·60
373·35	448·02	522.69	597·36	672·03	746·70
378·40	454·08	529·76	605·44	681·12	756·80
383·50	460·20	536·90	613·60	690·30	767·00
388·65	466·38	544·11	621·84	699·57	777·30
393·80	472·56	551·32	630·08	708·84	787·60
309·00	479·80	558·60	638·40	718·20	798·00
404·22	485·06	565·91	646·75	727·60	808·40
409·50	491·40	573·30	655·20	737·10	819·00
414·79	497·75	580·71	668·67	746·62	829·60
420·15	504·18	588·21	672·24	756·27	840·30
425·50	510·60	595·70	680·80	765·90	851·00
430·90	517·08	603·26	698·44	775·62	861·80

Durchmesser	Umfang	**Länge in Fussen** (Anzahl der Kreisflächen)			
		10	20	30	40
in Zollen		Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)			
40—	125·6	87·27	174 54	261·81	349·08
1/4	126·4	88·37	176·74	265·11	353·48
2/4	127·2	89·47	178·84	268·41	357·88
3/4	128·0	90·57	181·14	271·71	362·28
41—	128·5	91·68	183·36	275·04	366·72
1/4	129·3	92·80	185·60	278·40	371·20
2/4	130·3	93·93	187·86	281·79	375·72
3/4	131·1	95·07	190·14	285·21	380·28
42—	131·9	96·21	192·42	288·63	384·84
1/4	132·7	97·36	194·72	292·08	389·44
2/4	133·5	98·52	197·04	295·56	394·08
3/4	134·3	99·68	199·36	299·04	398·72
43—	135·0	100·85	201·70	302·55	403·40
1/4	135·8	102·02	204·24	306·06	408·08
2/4	136·6	103·21	206·42	309·63	412·84
3/4	137·4	104·39	208·78	313·17	417·56
44—	138·2	105·59	211·18	316·77	422·36
1/4	139·0	106·80	213·60	320·40	427·20
2/4	139·8	108·01	216·02	324·03	432·04
3/4	140·5	109·22	218·44	327·66	436·88
45—	141·3	110·45	220·90	331·35	441·80
1/4	142·1	111·68	223·36	335·04	446·72
2/4	142·9	112·91	225·82	338·73	451·64
3/4	143·7	114·16	228·32	342·48	456·64
46—	144·5	115·41	230·82	346·23	461·46
1/4	145·2	116·67	233·34	350·01	466·68
2/4	146·0	117·93	235·86	353·79	471·72
3/4	146·8	119·20	238·40	357·60	476·80
47—	147·6	120·48	240·96	361·44	481·92
1/4	148·4	121·77	243·54	365·31	487·08
2/4	149·2	123·06	246·12	369·18	492·24
3/4	150·0	124·65	249·30	373·95	498·60
48—	150·7	125.66	251·32	376·98	502·64
1/4	151·5	126·98	253·96	380·94	507·92
2/4	152·3	128·29	257·58	384·87	517·16
3/4	153·1	129·62	259·24	888·86	513·48
49—	153·9	130·95	261·90	392·85	523·80
1/4	154·7	132·29	264·58	396·87	529·16
2/4	155·5	133·64	267·28	400·92	534·56
3/4	156·2	134·99	269·98	404·97	539·96
50—	157·0	136·35	272·70	409·05	545·40

Länge in Fussen (Anzahl der Kreisflächen)					
50	60	70	80	90	100
Inhalt in Kubikfuss (Kreisfläche in Quadratfuss)					
436·30	523·62	610·89	698·16	785·43	872·70
441·85	530·22	618·59	706·96	795·33	883·70
447·35	536·82	626·29	715·76	805·23	894·70
452·85	543·42	633·99	724·56	815·13	905·70
458·49	550·08	641·76	733·44	825·12	916·80
464·00	556·80	649·60	742·40	835·20	928·00
469·65	563·58	657·51	751·44	845·37	939·30
475·05	570·42	665·49	760·56	855·63	950·70
481·05	577·26	673·47	769·68	865·89	962·10
486·80	584·16	681·52	778·88	876·24	973·60
492·60	591·12	689·64	788·16	886·88	985·20
498·40	598·08	697·76	797·44	897·12	996·80
504·25	605·10	705·95	806·80	907·65	1008·50
510·10	612·12	714·14	816·16	918·18	1020·20
516·05	619·26	722·47	825·68	928·89	1032·10
521·95	626·34	730·73	835·12	939·51	1043·90
527·95	633·54	739·13	844·72	950·31	1055·90
534·00	640·80	747·60	854·40	961·20	1068·00
540·05	648·06	756·07	864·08	972·09	1080·10
546·10	655·32	764·54	873·76	985·98	1092·20
552·25	662·70	773·15	883·60	994·05	1104·50
557·40	670·04	781·76	893·44	1005·10	1116·80
564·55	677·46	790·37	903·28	1016·20	1129·10
570·80	684·96	799·12	913·28	1027·40	1141·60
577·05	692·46	807·87	923·28	1038·70	1154·10
583·35	700·02	816·69	933·36	1050·00	1166·70
589·65	707·58	825·51	943.44	1061·40	1179 30
596·00	715·20	834·40	953·60	1072·80	1192·00
602·40	722·88	843·36	963·84	1084·30	1204·80
608·85	730·62	852·39	974·16	1095·90	1217·70
615·30	738·36	861·42	984·48	1107·50	1230·60
623·25	747·90	872·55	997·20	1121·80	1246·50
628·30	753·96	879·62	1005·30	1130·90	1256·60
634·90	761·88	888·86	1015·80	1141·90	1269·80
641·45	769·74	898·03	1026·30	1154·60	1282·90
648·10	777·72	907·34	1036·90	1167·30	1296·20
654·75	785·70	916·65	1047·60	1178·50	1309·50
661·45	793·74	926·03	1058·30	1190·60	1322·90
668·20	801·84	935·48	1069·10	1202·70	1336·49
674·95	809·94	944·93	1079·90	1214·90	1349·90
681·75	818·10	954·45	1090·80	1227·10	1363·50

Tafel III.

Auszug

aus den baier'schen, vom Oberförster Buschek auf österreichisches Maass umgerechneten

Massen - Tafeln

zur Bestimmung des Inhaltes der wichtigsten Waldbäume bei Bestandesschätzungen.

Die Durchmesser in Brusthöhe oder 4′ über dem Stockabschnitte.

Die Höhe vom Stockabschnitte bis zum äussersten Gipfel (Scheitelhöhe); der Stockabschnitt je nach der Stärke des Stammes $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$′ über dem Boden.

Das Alter durch Zählung der Jahresringe an vorhandenen Stöcken oder an gefällten Stämmen zu ermitteln. Von den Altersklassen, wo diese in der Tafel angegeben sind, versteht man unter:

haubar, das über 90 Jahre alte Holz,
angehend haubar das 61- bis 90jährige Holz,
Mittelholz das 31- bis 60jährige Holz.

Die Holzmassen der Stämme (für Fichten, Tannen und Lärchen ohne, für Kiefern und Laubhölzer mit Astholz bis 1″ Stärke) von je 5′ Höhen- und je 1″Stärkendifferenz. Für die zwischen diesen Differenzen liegenden Einheiten der Länge und $\frac{1}{2}$″igen Stärken ergibt sich die Holzmasse durch arithmetische Interpolation.

Für Fichten-, Tannen-, Kiefern- und Buchen-Mittelhölzer sind die Tafeln der angehend haubaren Klasse, jedoch mit folgender Ermässigung der Holzmassen zu benützen:

bei Kiefern und Fichten um 2 bis 6%,
„ Tannen um 4 bis 8%,
„ Buchen um 6 bis 10%,
je nachdem der Bestand dem 60jährigen Alter mehr oder weniger nahe steht.

Für die Lärchen-Mittelhölzer gelten die Ansätze der angehend haubaren Klasse.

Für Eichen unter dem 150jährigen Alter sind die Ansätze der Tafel um 5 bis 10%, je nach dem höheren oder geringeren Alter des Bestandes, zu ermässigen; — für Birken unter 35 Jahren um 2 bis 4% zu vermindern, für ältere als 75jährige aber um eben so viel zu erhöhen.

Für andere nicht in den Tafeln genannte Holzarten können angewendet werden:

bei Hainbuchen die Tafeln der Rothbuchen,
„ Aspen die Tafeln der Eichen,
„ Erlen „ „ „ angehend haubaren Rothbuchen.

Soll das unter 3″ starke Ast- und Gipfelholz nicht mit eingeschätzt werden, so sind die Ansätze der Tafeln zu vermindern:

in der Stärkeklasse	bei Laubhölzern:	bei Fichten und Lärchen	bei Kiefern
von 3 bis 6″	15%	8%	10%
„ 7 „ 11″	6%	1·5%	4%
„ 12 „ 16″	6%	0·5%	4%
„ 16 „ 22″	5%	0·2%	4%
über 22″	4%	0·1%	4%

Fichten, angehend haubar, 61- bis 90jährig.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Holzmasse in Kubikfuss ohne Astholz															
25	1·8	2·4	3·2	4·0	4·9	5·8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	2·1	2·9	3·9	4·9	6·0	7·2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	2.5	3·4	4·6	5·8	7·1	8·5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	2·8	4·0	5·3	6·7	8·3	9·9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
45	3·2	4·5	6·0	7·7	9·4	11·4	13·4	15·5	17·7	20·1	.	.	.	.	.	.
50	3·5	5·0	6·7	8·6	10·6	12·8	15·2	17·7	20·3	23·0	25·8	28·7	31·6	.	.	.
55	3·9	5·5	7·4	9·5	11·8	14·4	17·1	20·0	23·0	26·2	29·4	32·9	36·3	.	.	.
60	4·2	6·0	8·1	10·5	13·0	15·8	19·0	22·1	25·6	29·1	32·9	36·8	40·8	45·1	49·3	53·7
65	4·6	6·5	8·8	11·3	14·1	17·2	20·5	24·0	27·7	31·6	35·6	39·9	44·2	48·0	53·4	58·2
70	4·9	7·1	9·5	12·2	15·2	18·5	22·1	25·8	29·8	34·0	38·4	43·0	47·6	52·6	57·5	62·7
75	5·3	7·6	10·2	13·1	16·3	19.8	23·7	27·7	31·9	36·5	41·1	46·1	51·1	56·4	61·6	67·6
80	.	.	10·8	13·9	17·4	21·1	25·2	29·5	34·1	38·9	43·9	49·1	54·5	60.1	65·7	71·6
85	.	.	.	14·8	18·5	22·5	26·8	31·3	36·2	41·3	46·6	52·2	59·9	63·9	69·8	76·1
90	.	.	.	15·7	19·6	23·8	28·4	33·2	38·3	43·7	49·4	55·3	61·3	67·6	73·9	80·6
95	.	.	.	.	20·7	25·1	29·9	35·0	40·5	46·2	52·1	58·3	64·7	71·4	74·0	85·1
100	.	.	.	.	.	.	31·6	36·9	42·6	48·6	54·9	61·4	68·4	75·1	82·1	89·6

Fichten, haubar, 91jährig und darüber.

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
30	2·2	3·1	4·1	5·3	6·5	7·9	9·4	11·1	.	.	.	.	.	.	.	.
35	2·6	3·6	4·8	6·1	7·6	9·2	11·0	12·9	.	.	.	.	.	.	.	.
40	2·9	4·1	5·5	7·0	8·7	10·6	12·6	14·8	17·2	.	.	.	.	.	.	.
45	3·3	4·6	6·1	7·9	9·8	11·9	14·2	16·6	19·3	22·1	25·1	28·2	.	.	.	.
50	3·7	5·1	6·8	8·8	10·9	13·2	15·7	18·5	21·5	24·6	27·8	31·3	34·9	38·6	42·4	46·5
55	4·0	5·6	7·5	9·6	12·0	14·5	17·3	20·3	23·6	27·0	30·6	34·5	38·4	42·5	46·7	51·1
60	4·4	6·2	8·2	10·5	13·1	15·9	18·9	22·2	25·8	29·5	33·4	37·6	41·9	46·3	50·9	55.8
65	4·7	6·7	8·9	11·4	14·2	17·2	20·5	24·0	27·9	32 0	36·2	40·7	45.4	50·2	55·2	60·4
70	.	7·2	9·6	12·3	15·3	18·5	22·0	25·9	30·1	34·4	39·0	43·9	48·9	54·0	59·4	65·1
75	.	7·7	10·2	13·1	16·3	19·8	23·6	27·7	32·2	36·9	41·8	47·0	52·4	57·9	63·6	69·7
80	.	.	10·9	14·0	17·4	21·1	25·2	29·6	34·4	39·3	44·6	50·1	55·8	61·8	67·9	74·4
85	.	.	11·6	14·8	18·5	22·5	26·8	31·3	36·2	41·3	46·6	52·2	57·9	63·9	69·8	76·1
90	.	.	.	15·7	19·6	23·8	28·4	33·2	38.3	43·7	49·4	55·3	61·3	67·6	73·9	80·6
95	.	.	.	.	20·9	25·1	29·9	35·0	40·5	46·2	52·1	58·3	64·7	71·4	78·0	85·1
100	.	.	.	.	.	.	31·6	36·9	42·6	48·6	54·9	61·4	68·1	75·1	82·1	89·6
105	.	.	.	.	.	.	.	38·7	44·7	51·0	57·6	64·5	71·5	78·9	86·2	94·0
110	.	.	.	.	.	.	.	40·5	46·9	53·4	60·4	67·5	74·9	82·6	90·3	98·5
115	.	.	.	.	.	.	.	42·4	49·0	55·9	63·1	70·6	78·3	86·4	94·4	103

Fichten haubar, 91jährig und darüber.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen															
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	Holzmasse in Kubikfuss ohne Astholz															
60	60·6	65·6	70·8	76·0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
65	65·7	71·0	76·7	82·3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
70	70·7	76·5	82·6	88·6	95·0	101	107	114	.	.	.	.	.	.	.	.
75	75·8	82·0	88·5	95·0	102	108	115	122	.	.	.	.	.	.	.	.
80	80·8	87·4	94·4	101	109	116	123	130	138	146	154	.	.	.	.	.
85	85·9	92·9	100	108	115	123	130	138	146	155	163	.	.	.	.	.
90	90·9	98·4	106	114	122	130	138	147	155	164	173	183	193	.	.	.
95	96·0	104	112	120	129	137	146	155	163	173	183	193	204	215	227	.
100	101	109	118	127	136	145	153	163	172	182	192	203	214	226	239	252
105	106	115	124	133	142	152	161	171	181	191	202	213	225	238	251	264
110	111	120	130	139	149	159	169	179	189	200	212	224	236	249	263	277
115	116	126	136	146	156	166	176	187	198	209	221	234	247	260	275	289
120	121	131	142	152	163	173	184	196	206	219	231	244	257	272	287	302
125	126	137	147	158	170	181	192	204	215	228	240	254	268	283	299	315
130	131	142	153	165	176	188	200	212	224	237	250	264	279	294	311	327
135	136	148	159	171	183	195	207	220	232	246	260	274	289	306	323	340
140	141	153	165	177	190	202	215	228	241	255	269	285	300	317	335	352

Tannen, angehend haubar, 61- bis 90jährig.

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
25	1·9	2·6	3·6	4·6	5·7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	2·3	3·2	4·3	5·5	6·9	8·4	10·1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	2·6	3·7	5·0	6·4	8·1	9·8	11·7	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	3·0	4·3	5·8	7·4	9·2	11·2	13·4	15·8	.	.	.	.	.	.	.	.
45	3·4	4·8	6·5	8·3	10·4	12·6	15·1	17·7	20·5	23·5	.	.	.	.	.	.
50	3·7	5·3	7·2	9·2	11·6	14·0	16·8	19·7	22·8	26·1	29·4	.	.	.	.	.
55	4·1	5·9	7·9	10·2	12·7	15·5	18·4	21·6	25·0	28·7	32·3	36·3	.	.	.	.
60	4.5	6·4	8·6	11·1	13·9	16·9	20·1	23·6	27·3	31·3	35·3	39·6	43·9	.	.	.
65	.	6·9	9·4	12·0	15·1	18·3	21·8	25·6	29·6	33·9	38·2	42·8	47·6	.	.	.
70	.	7·5	10·1	13·0	16·2	19·7	23·5	27·5	31·9	36·5	41·1	46·1	51·2	56·5	62·0	.
75	.	.	10·8	13·9	17·4	21·1	25·1	29·1	34·2	39·1	44·1	49·4	54·9	60·6	66·4	.
80	.	.	11·5	14·8	18·5	22·5	26·8	31·4	36·5	41·7	47·0	52·7	58·5	64·6	70·9	77·4
85	.	.	.	15·7	19·7	23·9	28·5	33·4	38·8	44·3	50·0	56·0	62·2	68·6	75·3	82·2
90	.	.	.	16·7	20·9	25·3	30·2	35·4	41·0	46·9	52·9	59·3	65·8	72·7	79·8	87·0
95	.	.	.	.	22·0	26·7	31·8	37·3	43·3	49·5	55·8	62·6	69·5	76·7	84·2	91·8
100	.	.	.	.	.	28·1	33·5	39 3	45·6	52·1	58·8	65·9	73·1	80·8	88·7	96·4
105	.	.	.	.	.	.	35·2	41·2	47·9	54·7	61·7	69·2	76·8	84·8	93·1	101
110	.	.	.	.	.	.	.	43·2	50·2	57·3	64·7	72·5	80·4	88·8	97·5	106
115	.	.	.	.	.	.	.	45·2	52·4	59·9	67·6	75·8	84·1	92·9	102	111

Tannen, haubar, 91jährig und darüber.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Holzmasse in Kubikfuss ohne Astholz															
30	2·3	3·3	4·5	5·8	7·3	8·9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	2·7	3·9	5·2	6·8	8·5	10·4	12·4	14·5	16·9	.	.	.	.	.	.	.
40	3·1	4·4	6·0	7·7	9·7	11·9	14·1	16·6	19·4	22·1	25·0	28·1	31·4	.	.	.
45	3·5	5·0	6·7	8·7	11·0	13·3	15·9	18·7	21·8	24·9	28·1	31·6	35·3	.	.	.
50	3·9	5·6	7·5	9·7	12·2	14·8	17·7	20·8	24·2	27·6	31·3	35·1	39·2	43·4	47·7	52·1
55	4·3	6·1	8·2	10·7	13·4	16·3	19·5	22·9	26·6	30·4	34·4	38·7	43·2	47·0	52·4	57·3
60	4·7	6·7	9·0	11·6	14·6	17·8	21·2	25·0	29·0	33·2	37·5	42·2	47·1	52·0	57·2	62·6
65	.	7·2	9·7	12·6	15·8	19·3	23·0	27·0	31·4	35·9	40·6	45·7	51·0	56·3	62·0	67·7
70	.	.	10·5	13·6	17·0	20·8	24·8	29·1	33·8	38·7	43·8	49·2	54·9	60·7	66·7	73·1
75	.	.	.	14·5	18·2	22·2	26·6	31·2	36·2	41·5	46·9	52·7	58·9	65·0	71·5	78·3
80	.	.	.	15·5	19·4	23·7	28·3	33·3	38·6	44·2	50·0	56·3	62·8	69·4	76·3	83·5
85	.	.	.	.	20·7	25·2	30·1	35·4	41·1	47·0	53·1	59·8	66·7	73·6	81·0	88·7
90	.	.	.	.	.	.	31·9	37·4	43·5	49·8	56·3	63·3	70·7	78·0	85·8	94·0
95	.	.	.	.	.	.	33·7	39·5	45·9	52·5	59·4	66·8	74·6	82·3	90·5	99·2
100	.	.	.	.	.	.	.	41·6	48·3	55·3	62·5	70·3	78·5	86·7	95·3	104
105	.	.	.	.	.	.	.	43·7	50·7	58·1	65·6	73·8	82·4	91·0	100	110
110	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60·9	68·8	77·4	86·3	95·4	105	115
115	.	.	.	.	.	.	.	.	.	63·6	71·9	80·9	90·2	99·7	110	120
120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	84·4	94·2	104	114	125

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
60	68·9	73·8	79·6	85·8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
65	73·7	80·0	86·2	93·0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
70	79·3	86·1	92·9	100	108	116	123	.	.	.	.	.	.	.	.	.
75	85·0	92·3	99·5	107	115	124	132	.	.	.	.	.	.	.	.	.
80	90·6	98·4	106	114	123	132	140	150	159	.	.	.	.	.	.	.
85	96·3	105	113	122	131	140	149	159	169	179	189	200	.	.	.	.
90	102	111	119	129	138	148	158	168	179	190	200	212	.	.	.	.
95	107	117	126	136	146	157	167	178	189	200	212	223	235	247	.	.
100	113	123	133	143	154	165	175	187	199	211	223	235	207	260	273	287
105	119	129	139	150	161	173	184	196	208	221	234	247	260	273	287	301
110	124	135	146	157	169	181	193	206	218	232	245	259	272	286	300	316
115	130	141	153	164	177	189	202	215	228	242	256	270	285	299	314	330
120	136	148	159	172	188	198	210	225	238	253	267	282	297	312	328	344
125	141	154	166	179	192	206	219	234	248	263	278	294	310	325	342	359
130	147	160	172	186	200	214	228	243	258	274	290	306	322	338	355	373
135	153	166	179	193	208	222	237	253	268	284	301	317	334	352	369	387
140	.	172	186	200	215	230	245	262	278	295	312	329	347	365	383	402

Kiefern, angehend haubar, 61- bis 90jährig.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Holzmasse in Kubikfuss mit Astholz															
25	1·9	2·8	3·8	4·9	6·2	7·8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	2·2	3·1	4·2	5·6	7·1	8·7	10·3	12·3	14·4	.	.	.	.	.	.	.
35	2·4	3·5	4·7	6·2	7·9	9.7	11·7	13·9	16·4	19·1	21·9	.	.	.	.	.
40	2·7	3·8	5·3	6·9	8·7	10·7	13·0	15·4	18·2	21·1	24·1	27·3	30·9	.	.	.
45	2·9	4·2	5·8	7·5	9·6	11·7	14·2	16·9	19·9	23·1	26·5	30·1	34·1	38·2	42·6	.
50	3·2	4·6	6·3	8·2	10·4	12·8	15·5	18·4	21·6	25·1	28·8	32·8	37·0	41·5	46·3	51·3
55	3·4	5·0	6·8	8·9	11.2	13·8	16·7	19·9	23·3	27·1	31·1	35·4	39·9	44·8	50·0	55·4
60	3·7	5·4	7·3	9·5	12·1	14·9	18·0	21·4	25·1	29·2	33·5	38·1	43·0	48·2	53·7	59·6
65	.	5·7	7·8	10·2	12·9	15·9	19·2	22·9	26·8	31·2	35·8	40·8	46·0	51·5	57·4	63·7
70	.	6·1	8·3	10·8	13·8	16·9	20·5	24·4	28·6	33·2	38·2	43·4	49·0	54·9	61·1	67·8
75	.	6·4	8·8	11·5	14·6	18·0	21·7	25·8	30·3	35.2	40·4	46·0	51·9	58·2	64·9	71·9
80	.	.	.	12·2	15·4	19·0	23·0	27·3	32·1	37·2	42·7	48·6	54·9	61·6	68·6	76·0
85	.	.	.	12·8	16·3	20·0	24·2	28·8	33·8	39·3	45·1	51·3	57·9	65·0	72·3	80·2
90	.	.	.	.	17·1	21·0	25·5	30·3	35·6	41·3	47·4	53·9	60·9	68·3	76·0	84·3
95	.	.	.	.	.	.	26·7	31·8	37·3	43·3	49·7	56·6	63·8	71·6	79·8	88·4
100	.	.	.	.	.	.	28·0	33·3	39·1	45·4	52·1	59·3	66·9	75·0	83·6	92·7

Kiefern, haubar, 91jährig und darüber.

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
30	3·6	4·9	6·5	8·2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	3·9	5·4	7·1	8·9	11·0	13·3	.	.	.	.	.	.	.	.
40	4·2	5·8	7·7	9·6	11·9	14·5	17·1	21·1	24·4	.	.	.	.	.
45	4·6	6·2	8·2	10·4	12·8	15·6	18·6	21·7	25·2	28·9	32·9	37·2	41·7	46·5
50	4·9	6·7	8·8	11·1	13·8	16·7	20·0	23·3	27·0	31·0	35·3	39·9	44·7	49·8
55	5·2	7·2	9·4	11·9	14·7	17·8	21·2	24·8	28·8	33·0	37·6	42·5	47·6	53·1
60	5.6	7·7	10·0	12·7	15·7	19·0	22·6	26·5	30·7	35·2	40·2	45·4	50·9	56·7
65	.	8·1	10·6	13·5	16·6	20·1	24·0	28·1	32·6	37·5	42·6	48·1	53·9	60·1
70	.	8.6	11·2	14·2	17·6	21·3	25·4	29·7	34·4	39·6	45·1	50·8	57·0	63·6
75	.	.	11·8	15·0	18·5	22·4	26·7	31·3	36·3	41·7	47·5	53·6	60·0	66·9
80	.	.	12·4	15·8	19·4	23·5	28·0	32·9	38·1	43·8	49·8	56·2	63·1	70·2
85	.	.	.	16·5	20·3	24·6	29·4	34·5	39·9	45·9	52·2	58·9	66·1	73·6
90	.	.	.	17·3	21·3	25·8	30·7	36·0	41·8	48·0	54·6	61·6	69·1	77·0
95	.	.	.	18·0	22·2	26·9	31·9	37·6	43·6	50·1	57·0	64·3	72·2	80·4
100	.	.	.	.	23·2	28·2	33·5	39·3	45·6	52·3	59·5	67·2	75·3	83·9
105	.	.	.	.	.	29·3	34·8	40·9	47·4	54·5	61·9	66·9	78·4	87·3
110	.	.	.	.	.	30·4	36·1	42·4	49·2	56·5	64·2	72·6	81·3	90·7
115	.	.	.	.	.	31·5	37·4	44·0	51·0	58·5	66·6	75·2	84·3	94·0
120	.	.	.	.	.	.	.	47·8	55·4	63·6	72·4	81·7	91·6	98·0

Kiefern, haubar, 91jährig und darüber.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	Holzmasse in Kubikfuss mit Astholz													
45	51·5	56·7	62·3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
50	55·2	60·8	66·8	73·0	79·5	86·2	93·3	100	108	116	124	133	141	150
55	58·9	64·8	71·2	77·8	85·0	91·9	99·3	106	115	124	132	141	150	160
60	62.8	69·2	76·0	83·0	90·5	98·2	106	114	123	132	141	151	161	171
65	66·6	73·4	80·6	88·0	96·0	104	112	121	131	140	150	160	170	181
70	70·4	77·6	85·2	93·0	101	110	119	128	138	148	159	169	180	192
75	74·1	81·7	89·7	98·0	107	116	125	135	146	156	167	178	190	202
80	77·9	85·5	94·2	103	112	121	131	141	153	164	175	187	200	212
85	80·6	89·9	98·8	108	118	127	137	148	160	172	184	196	209	222
90	85·3	94·0	104	113	123	133	144	155	167	180	192	205	219	232
95	89·0	98·2	108	118	128	139	150	162	174	187	200	214	228	242
100	93·0	102	113	123	134	145	157	169	182	196	209	223	238	253
105	96·8	106	117	128	139	151	163	176	189	203	217	232	247	263
110	100	110	121	133	144	157	170	183	197	211	226	241	256	273
115	104	115	126	138	150	163	176	190	204	219	234	250	266	288
120	108	120	131	144	156	170	183	198	213	228	244	261	278	295

Lärchen, angehend haubar, 61- bis 90jährig ohne Astholz.

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	1·0	1·6	2·3	3·1	.	.	.	.	.	.	.	.
30	1·3	1·9	2·8	3·7	4·8	6·0	.	.	.	.	.	.
35	1·5	2·3	3·2	4·3	5·6	7·0	.	.	.	.	.	.
40	1·7	2·6	3·7	4·9	6·4	8·0	9·7	11·5	.	.	.	.
45	1·9	2·9	4·1	5·6	7·2	9·0	10·9	12·9	15·1	17·5	.	.
50	2·1	3·2	4·6	6·2	8·0	9·9	12·1	14·4	16·8	19·5	.	.
55	.	3·6	5·1	6·8	8·8	10·9	13·3	15·8	18·5	21·4	.	.
60	.	3·9	5·5	7·4	9·6	11·9	14·5	17·3	20·2	23·4	26·7	.
65	.	4·2	6·0	8·0	10·4	12·9	15·7	18·7	21·9	25·3	28·9	.
70	.	.	6·4	8·7	11·1	13·9	16·9	20·1	23·6	27·3	31·1	34·0
75	.	.	.	9·3	12·0	14·9	18·1	21·6	25·2	29·2	33·3	37·2
80	.	.	.	.	12·8	15·9	19·3	23·0	26·9	31·2	35·6	40·4
85	.	.	.	.	.	16·9	20·5	24·4	28·6	33·1	37·8	43·6
90	.	.	.	.	.	.	21·7	25·8	30·3	35·0	40·0	46·8
95	.	.	.	.	.	.	.	27·2	32·0	36·9	42·2	50·0
100	.	.	.	.	.	.	.	.	33·7	38·8	44·4	53·2

Lärchen, haubar, 91jährig und darüber.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Holzmasse in Kubikfuss ohne Astholz														
30	5·0	6·2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	5·8	7·2	8·7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	6·6	8·2	9·9	11·8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
45	7·5	9·2	11·2	13·3	15·3	17·6	.	.	.	.	.	.	.	.	.
50	8·3	10·3	12·4	14·8	17·0	19·5	22·2	.	.	.	.	.	.	.	.
55	9·2	11·3	13·7	16·2	18·7	21·5	24·4	27·3	.	.	.	.	.	.	.
60	10·0	12·3	14·9	17·6	20·4	23·5	26·7	29·8	33·0	36·2	.	.	.	.	.
65	10·8	13·4	16·2	19·1	22·1	25·4	28·9	32·3	35·7	39·2	42·8	46·3	.	.	.
70	11·7	14·4	17·4	20·6	24·0	27·4	31·1	34·7	38·5	42·2	46·1	49·9	53·6	57·4	.
75	12·5	15·5	18·7	22·0	25·5	29·3	33·4	37·2	41·2	45·3	49·4	53·5	57·4	61·5	65·3
80	13·3	16·5	19·9	23·5	27·2	31·3	35·6	39·7	44·0	48·3	52·7	57·0	61·3	65·0	69·7
85	14·2	17·5	21·2	25·0	28·9	33·2	37·8	42·2	46·7	51·3	56·0	60·6	65·1	69·7	74·0
90	15·0	18·6	22·4	26·5	30·6	35·2	40·0	44·7	49·5	54·3	59·3	64·2	68·9	73·8	78·4
95	15·8	19·6	23·7	28·0	33·3	37·1	42·2	47·2	52·2	57·4	62·6	67·7	72·8	77·9	82·8
100	.	.	24·9	29·5	34·0	39·1	44·5	49·7	55·0	60·4	65·9	71·3	76·6	82·0	87·1
105	.	.	.	31·0	35·7	41·0	46·7	52·2	57·7	63·4	69·2	74·9	80·4	86·0	91·5
110	.	.	.	.	37·4	43·0	48·9	54·6	60·5	66·4	72·5	78·5	84·2	90·2	95·8
115	.	.	.	.	.	45·0	51·1	57·1	63·2	69·4	75·8	82 0	88·1	94·3	100
120	.	.	.	.	.	.	53·4	59·6	66·0	72·4	79·1	85·5	91·9	98·4	105
125	.	.	.	.	.	.	55·6	62·1	68·7	75·4	82·4	89·0	95·8	103	109

Buchen, angehend haubar, 61- bis 90jährig mit Astholz.

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20	1·1	1·7	2·4	3·3	.	.	.	.	.	.	.	.
25	1·3	2·0	2·9	3·9	5·1	6·5	.	.	.	.	.	.
30	1·4	2·3	3·2	4·4	5·7	7·3	8·8	10·7	12·8	.	.	.
35	1·6	2·6	3·7	5·0	6·5	8·2	10·2	12·5	14·7	17.2	.	.
40	1·8	2·8	4·1	5·7	7·3	9·3	11·5	14·3	16·6	19·5	22·5	25·1
45	2·1	3·2	4·6	6·3	8·3	10·4	12·9	15·9	18·2	21·8	25·3	28·5
50	2·3	3·6	5·1	7·0	9·2	11·6	14·3	17·3	20·6	24·2	28·1	31·9
55	.	3·9	5·6	7·7	10·1	12·8	15·7	19·0	22·7	26·6	30·8	35·3
60	.	4·3	6·2	8·4	11·0	13·9	17·1	20·8	24·7	29·0	33·6	38·7
65	.	.	6·7	9·1	11·9	15·1	18·5	22·5	26·7	31·4	36·4	42·1
70	.	.	7·2	9·7	12·8	16·2	20·0	24·1	28·5	33·8	39·2	45·5
75	.	.	.	10.5	13·7	17·3	21·4	25·9	29·4	36·2	41·9	48·9
80	.	.	.	11·2	14·6	18·5	22·8	27·6	31·5	38·6	44·7	52·3
85	.	.	.	.	15·5	19·7	24·2	29·3	33·6	41·0	47·5	55·7
90	.	.	.	.	16·6	20·9	25·6	31·0	35·7	44·4	50·3	59·1
95	.	.	.	.	.	22·1	27·0	33·7	37·8	47·8	53·1	62·5

Buchen, haubar, 91jährig und darüber.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Holzmasse in Kubikfuss mit Astholz														
30	1·6	2·6	3·7	5·2	6·8	8·7	10·9	13·4	.	.	.	.	.	.	.
35	1·8	2·9	4·2	5·8	7·6	9·7	12·2	14·9	17·9	21·2	.	.	.	.	.
40	2·0	3·1	4·6	6·4	8·4	10·7	13·4	16·4	19·6	23·3	27·3	.	.	.	.
45	2·2	3·4	5·0	6·9	9·1	11·6	14·5	17·7	21·2	25·1	29·4	34·1	39·1	44·5	50·3
50	2·4	3·7	5·4	7·4	9·8	12·5	15·5	19·0	22·7	26·9	31·4	36·4	41·7	47·4	53·5
55	2·6	4·0	5·8	8·0	10·5	13·4	16·7	20·4	24·4	29·0	33·8	39·1	44·9	51·0	57·6
60	2·7	4·3	6·3	8·6	11·3	14·5	18·0	21·9	26·3	31·1	36·4	42·0	48·2	54·8	61·8
65	.	.	6·7	9·2	12·1	15·5	19·2	23·5	28·2	33·2	38·8	44·8	51·4	58·4	65·9
70	.	.	7·2	9·9	13·0	16·6	20·5	25·1	30·2	35·4	41·4	47·8	54.7	62·1	70·0
75	.	.	.	10·7	14·1	19·9	22·2	27·0	32·3	38·0	44·4	51·2	58·5	66·4	74·8
80	.	.	.	.	15·1	19·2	23·8	29·0	34·5	40·6	47·4	54·5	62·3	70·7	79·4
85	.	.	.	.	.	20·5	25·4	30·8	36·7	43·3	50·3	57·9	66·0	74·8	84·1
90	.	.	.	.	.	21·7	26·9	32·7	38·9	45·8	53·3	61·2	69·7	78·9	88·6
95	.	.	.	.	.	.	28·8	34·9	41·6	48·9	56·8	65·1	74·2	83·8	94·1
100	.	.	.	.	.	.	.	36·4	43·3	50·9	59·0	67·8	77·2	87·2	97·9
105	.	.	.	.	.	.	.	38·2	45·5	53·4	61·9	71·1	81·0	91·4	102
110	.	.	.	.	.	.	.	.	47·7	56·0	64·9	74·6	84·8	95·6	107
115	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	68·0	78·0	88·6	100	112

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
50	60·2	67·1	74·6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
55	64·7	72·0	80·2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
60	69·5	77·4	86·0	95·0	105	115	125	136	148	160	.	.	.	.	.
65	74·0	82·4	91·5	101	111	122	133	145	157	170	184	198	.	.	.
70	78·6	87·5	97·1	107	117	129	141	154	166	180	194	209	224	240	257
75	83·7	93·1	103	114	125	137	149	162	175	189	204	220	235	252	270
80	88·8	98·8	109	121	132	144	157	171	185	199	214	230	247	264	282
85	93·9	104	116	127	139	152	165	179	194	209	225	242	258	276	294
90	98·9	100	121	134	146	159	173	188	203	219	235	252	269	288	306
95	104	115	127	140	153	167	181	196	211	228	245	262	280	299	318
100	109	121	134	147	160	175	190	205	222	238	255	274	292	312	332
105	114	127	140	153	168	182	197	214	231	248	266	285	305	324	345
110	119	132	146	159	175	190	206	223	241	258	276	296	316	336	358
115	125	138	152	166	182	197	214	232	250	268	287	307	327	348	370
120	130	144	159	174	189	206	222	241	260	278	297	318	338	362	383
125	136	150	165	181	197	213	231	250	269	288	308	329	350	373	395

Eichen, haubar, 150jährig und darüber.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen															
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Holzmasse in Kubikfuss mit Astholz															
30	2·3	3·5	5·1	6·9	9·1	11·7	14·4	17·5	20·8	24·5	28·5	.	.	.	.	.
35	2·6	3·9	5·6	7·5	10·0	12·7	15·7	19·0	22·6	26·5	20·8	35·4	40·3	45·6	51·4	57·3
40	2·8	4·3	6·2	8·4	10·9	13·8	16·9	20·5	24·3	28·6	33·1	38·2	43·4	49·0	55·1	61·5
45	3·2	4·8	6·7	9·1	11·8	14·8	18·2	22·0	26·1	30·6	35·5	40·8	46·4	52·4	58·9	65·6
50	3·5	5·2	7·3	9·8	12·7	15·9	19·5	23·5	27·9	32·7	37·9	43·5	49·5	55·8	62·6	69·8
55	.	.	7·9	10·5	13·5	17·0	20·8	25·0	29·7	34·7	40·2	46·1	52·9	59·1	66·3	73·9
60	.	.	8·4	11·2	14·5	18·1	22·2	26·6	31·6	36·9	42·8	49·0	55·7	62·9	70·5	78·5
65	.	.	9·0	11·9	15·3	19·2	23·5	28·2	33·4	39·0	45·1	51·6	58·7	66·3	75·3	82·7
70	.	.	9·5	12·6	16·2	20·2	24·8	29·7	35·2	41·1	47·5	54·3	61·7	69·7	78·1	86·9
75	.	.	10·1	13·3	17·0	21·3	26·0	31·2	37·0	43·2	49·9	57·1	64·8	73·3	82·0	91·2
80	.	.	10·6	14·0	17·9	22·3	27·3	33·7	38·8	45·3	52·3	59·8	67·9	76·6	85·7	95·4
85	.	.	11·1	14·6	18·7	23·4	28·6	35·3	40·6	47·4	54·6	62·5	70·8	79·8	89·2	99·2
90	.	.	.	.	19·6	24·4	29·9	35·8	42·4	49·5	57·0	65·1	73·9	83·1	92·9	104
95	.	.	.	.	20·5	25·5	31·1	37·2	44·2	51·6	59·4	67·9	77·0	86·6	96·7	108
100	.	.	.	.	.	.	.	38·8	46·0	53·8	62·0	70·8	80·2	90·3	101	112
105	.	.	.	.	.	.	.	41·4	47·8	55·7	64·3	73·6	83·3	93·7	105	116
110	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	76·3	86·4	97·2	109	121
115	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	79·0	89·5	101	113	125

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
40	68·0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
45	72·6	80·2	88·0	96·2	105	114	123	133	143	153	163	.	.	.	.	.
50	77·3	85·3	93·6	102	112	121	131	141	152	163	174	186	.	.	.	.
55	82·0	90·4	99·2	108	118	128	139	149	160	172	184	196	.	.	.	.
60	87·1	96·1	105	115	125	136	147	158	170	183	195	208	222	236	250	265
65	91·6	101	110	121	132	143	155	166	179	192	205	219	234	248	263	279
70	96·1	106	116	127	138	150	163	175	188	202	216	230	245	260	277	293
75	101	111	122	133	145	158	170	183	197	211	225	241	256	272	289	306
80	106	116	127	139	151	165	178	191	206	220	235	251	268	284	302	320
85	110	121	133	145	157	171	185	200	214	229	246	263	279	297	315	333
90	115	126	138	151	164	178	193	208	223	239	256	273	291	309	328	347
95	119	131	144	157	171	186	200	216	232	249	266	284	302	321	340	361
100	124	137	150	164	178	193	208	225	241	258	277	295	315	334	354	375
105	129	142	155	170	185	200	216	232	249	267	286	306	326	346	367	388
110	134	147	160	176	191	207	223	241	259	277	296	316	337	358	380	402
115	138	152	166	182	197	214	231	249	268	287	307	327	349	370	393	416
120	142	157	171	188	204	221	238	257	277	296	317	338	360	382	406	427

Birken, 35- bis 75jährig.

Höhe in Fuss	Durchmesser in Zollen														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Holzmasse in Kubikfuss mit Astholz														
25	1·3	2·0	2·9	3·9	5·2	6·6	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	1·4	2·2	3·1	4·3	5·7	7·2	8·6	.	.	.	.	.	.	.	.
35	1·5	2·4	3·4	4·7	6·2	7·8	9·6	11·6	.	.	.	.	.	.	.
40	1·7	2·6	3·7	5·1	6·7	8·5	10·4	12·7	15·1	17·6	.	.	.	.	.
45	1·8	2·8	4·1	5·6	7·3	9·2	11·4	13·8	16·6	19·3	22·5	26·4	.	.	.
50	2·0	3·1	4·4	6·1	7·9	10·0	12·4	15·0	17·9	21·0	24·4	28·0	.	.	.
55	2·2	3·4	4·8	6·6	8·6	10·9	13·5	16·3	19·5	22·8	26·5	30·4	34·5	.	.
60	2·3	3·6	5·2	7·1	9·3	11·8	14·6	17·7	21·1	24·7	28·7	32·9	37·3	41·9	.
65	2·5	3·9	5·6	7·7	10·0	12·7	15·7	19·0	22·7	26·6	30·9	35·4	40·1	44·9	49·9
70	.	4·2	6·0	8·2	10·7	13·7	16·8	20·4	24·2	28·5	33·0	37·9	42·9	47·9	53·0
75	.	4·4	6·4	8·8	11·5	14·5	17·9	21·7	25·8	30·3	35·1	40·3	45·7	50·9	56·1
80	.	.	6·9	9·3	12·2	15·3	18·9	23·0	27·3	32·1	37·2	42·9	48·5	53·9	59·2
85	.	.	.	9·8	12·8	16·2	19·0	24·3	28·9	34·0	39·4	45·3	51·3	57·0	62·3
90	.	.	.	.	13·4	17·0	21·1	25·5	30·5	35·8	41·6	47·8	54·1	60·0	65·5
95	.	.	.	.	.	17·8	22·2	26·7	32·1	37·6	43·8	50·3	56·9	63·1	68·9
100	.	.	.	.	.	.	23·3	27·9	33·7	39.4	46·0	52·8	59·7	66·1	72·1

Inhalt.

Vorwort III

Theorie der Dendrometer überhaupt.

§. 1. Bestimmung der Dendrometer 1
§. 2. Höhenmessung mittelst Stäben 1
§. 3. 4. 5. Einrichtung und Gebrauch des Messbrettchens 3 u. 6

Construction des Taschen-Dendrometers.

§. 6. a. Einrichtung desselben überhaupt 9
§. 7. b. „ der Höhen- und Senkelscale . . . 12
§. 8. c. „ der Durchmesserscale und des dazugehörigen Visirmittels 13
§. 9. d. . der Grad- oder Winkelscale . . . 15

Anwendung des Taschen-Dendrometers.

I. Anwendung in der Holzmesskunst.

A. Das Dendrometer als Baumhöhenmesser.

§. 10. a. Wahl und Messer der Standlinien 17
§. 11. b. Messer der Baumhöhen überhaupt 19
§. 12. c. Specielles Verfahren bei der Höhenmessung . . 20

B. Das Dendrometer als Baumstärkenmesser

§. 13. a. Messen der Baumstärken überhaupt 24
§. 14. b. SpeciellesVerfahren bei der Baumstärkenmessung 25
§. 15. c. Zweck u.Vortheile d. vorstehenden Anwendungen 30

C. Kubirung der Bäume mit dem Dendrometer.

§. 16. 17. 18. a. Baumkubirung überhaupt 30, 33, 35
§. 19. b. Kubirung stehender Bäume nach Sektionen . . 39
§. 20. c. Kubirung stehender Bäume nach anderen Abmessungen (nach der Huber'schen, Hossfeld'schen, Ricke'schen, Simpson'schen Formel und der Pressler'schen Methode) 41

§. 21. d. Rückblick auf d. vorstehend. Kubirungsmethoden 47
§. 22. e. Schätzung der Ast- und Reisigholzmasse . . . 48
§. 23. f. Kubirung stehender Bäume nach Formzahlen . 48

D. Kubirung ganzer Bestände mit dem Dendrometer.

§. 24 Auszählen der Bestände, Schätzung durch Probeflächen und mittelst Massentafeln 52

II. Anwendung des Dendrometers zum Messen und Abstecken von Linien, Winkeln und Flächen.

§. 25. a. Messen und Abstecken von Linien und Winkeln (indirekte Linienmessung, Abstecken von Holzschlagslinien) 62
§. 27. b. Messen und Abstecken von Flächen 64
§. 28. Abstecken rechtwinkeliger Flächen (Probeflächen, regelmässiger Pflanzungen) 66
§. 29. Aufnahme unregelmässiger übersichtlicher und nicht übersichtlicher Flächen 67

III. Anwendung des Dendrometers zu forstlichen Nivellirarbeiten.

§. 30. 31. a. Das Nivelliren überhaupt 68, 69
§. 32. b. Abstecken horizontaler und geneigter Linien und Flächen 71
§. 33. 34. c. Bestimmung des Gefälles und Ausstecken (Traciren) der Waldwege 74, 77
§. 35. d. Entwässerung versumpfter Waldgründe 79

Tafeln.

Tafel I. zum Aufsuchen der wirklichen Baumstärken aus den mit dem Dendrometer abgenommenen scheinbaren Durchmessern 83
Tafel II. Walzentafel und Kreisflächentabelle 114
Tafel III. Auszug aus den vom Oberförster Buschek auf österreichisches Maas umgerechneten baier'schen Massentafeln 126

Druckfehler.

Seite	19	Zeile	25	von	oben	lies	von	statt	vor	
„	26	„	2	„	unten	„	21,8″	„	20,5″	
„	29	„	2	„	„	„	*cb*	„	*db*	
„	31	„	20	„	oben	„	*G*	„	*g*	
„	46	„	20	„	„	„	den	„	der	
„	72	„	16	„	unten	„	das	„	des	
„	75	„	12	„	oben	„	im	„	in	
„	76	„	2	„	„	„	*hII*	„	*CIII*	
In Fig. 20 Seite 21 gilt die Bezeichnung β für den ∢ *COB*										
„	„	21	„	22	„	„	„	β	„	„ ∢ *HOB*
„	„	23	„	23	„	„	„	β	„	„ ∢ *HOC*
„	„	37	„	45	„	„	„	β	„	„ ∢ *bOc*

Druck von Carl Ueberreuter in Wien.

184 - 481

K. Wurm

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Grossbauer, Franz

Das Winkler'sche Taschen-Dendrometer neuester Construction in seiner Anwendung z. Baum- u. Bestandesschätzung u. zu anderen i. d. forstl. Praxis vorkommenden Messungsarbeiten

Wien 1864

Math.a. 93 h
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10080733-6